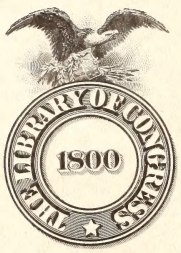

LIBRARY OF CONGRESS
1800

1126
330

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

HUNDERTSECHZEHNTER BAND.

WIEN, 1907.
AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

CXVI. BAND. ABTEILUNG I.

JAHRGANG 1907. — HEFT VI BIS X.

ZWEITER HALBBAND.

(MIT 2 KARTEN, 1 KARTENSKIZZE, 30 TAFELN UND 76 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1907.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

AS142
.V311

INHALT.

Seite

Beck v. Mannagetta und Lerchenau G., Vegetationsstudien in den Ostalpen. I. Die Verbreitung der mediterranen, illyrischen und mitteleuropäisch-alpinen Flora im Isonzo-Tale. (Mit 1 Karte.) [Preis: 3 K — 3 M] 1439

Bruckmoser J., Harmotom und Titanit (siebente Mitteilung über die Darstellung der Kieselsäuren). (Mit 1Textfigur.) [Preis: 55 h — 55 pf] 1653

Cornu F. und **Himmelbauer A.,** Untersuchungen am Apophyllit und den Mineralen der Glimmerzeolithgruppe. (Mit 2 Textfiguren.) [Preis: 95 h — 95 pf] 1213

Doelter C., Über die Dissoziation der Silikatschmelzen. (Mit 12 Textfiguren.) [Preis: 2 K 20 h — 2 M 20 pf] 1243

Elsler E., Das extraflorale Nektarium und die Papillen der Blattunterseite bei *Diospyros discolor* Willd. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 1 K 20 h — 1 M 20 pf] 1563

Gaulhofer K., Über den Geotropismus der Aroideen-Luftwurzeln. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 85 h — 85 pf] 1669

Gius L., Über den Einfluß submerser Kultur auf Heliotropismus und fixe Lichtlage. (Mit 10 Textfiguren.) [Preis: 2 K — 2 M] 1593

Heritsch F., Geologische Studien in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen. I. Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Hohentauern. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 1 K 45 h — 1 M 45 pf] . . . 1717

Jahn J. J., Über das quartäre Alter der Basalteruptionen im mährisch-schlesischen Niederen Gesenke. (Mit 6 Tafeln und 3 Textfiguren.) [Preis: 2 K 20 h — 2 M 20 pf] 1777

Löwi E., Untersuchungen über die Blattablösung und verwandte Erscheinungen. (Mit 1 Tafel und 14 Textfiguren.) [Preis: 1 K 85 h — 1 M 85 pf] 983

Melichar L., Bericht über die mit Subvention der kaiserl. Akademie der Wissenschaften unternommene entomologische Studienreise nach Spanien und Marokko. [Preis: 50 h — 50 pf] 1025

Portheim L., Über Formveränderungen durch Ernährungsstörungen bei Keimlingen mit Bezug auf das Etiolement. (Mit 3 Textfiguren.) [Preis: 2 K 20 h — 2 M 20 pf] 1359

Samec M., Zur Kenntnis der Lichtintensitäten in großen Seehöhen. (I. Mitteilung.) (Mit 1 Textfigur.) [Preis: 55 h — 55 pf] 1061

Schiller J., Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Gattung *Ulva.* (Mit 2 Tafeln und 1 Textfigur.) [Preis: 1 K 15 — 1 M 15 pf] 1691

Seite

Schuster K., Petrographische Ergebnisse der brasilianischen Expedition 1901 der kais. Akademie der Wissenschaften. (Mit 1 Kartenskizze.) (Mit einer geologischen Einleitung von Dr. Fritz v. Kerner und Bemerkungen über die kristallinen Schiefer von F. Becke.) [Preis: 2 K 70 — 2 M 70 pf] 1111

Seefried F., Über die Lichtsinnesorgane der Laubblätter einheimischer Schattenpflanzen. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 2 K 30 h — 2 M 30 pf] . 1311

Siebenrock F., Beschreibung und Abbildung von *Pseudemydura umbrina* Siebenr. und über ihre systematische Stellung in der Familie *Chelydidae*. (Mit 1 Doppeltafel und 1 Textfigur.) [Preis: 95 h — 95 pf] 1205

— Übet einige, zum Teil seltene Schildkröten aus Südchina. (Mit 1 Doppeltafel und 3 Textfiguren.) [Preis: 1 K 70 h — 1 M 70 pf] . 1741

Steindachner F., Herpetologische Notizen (III). (Mit 1 Tafel.) [Preis: 50 h — 50 pf] 1535

Strakosch S., Ein Beitrag zur Kenntnis des Kohlenhydratstoffwechsels von *Beta vulgaris* (Zuckerrübe). [Preis: 50 h — 50 pf] 855

Strigl M., Der anatomische Bau der Knollenrinde von *Balanophora* und seine mutmaßliche funktionelle Bedeutung. (Mit 2 Tafeln und 3 Textfiguren.) [Preis: 1 K 15 h — 1 Mk 15 pf] 1041

Suess Ed., Über Einzelheiten in der Beschaffenheit einiger Himmelskörper. [Preis: 30 h — 30 pf] 1555

Uhlig V., Über die Tektonik der Karpathen. (Mit 1 Textfigur, 1 Tafel und 1 Karte.) [Preis: 3 K 30 h — 3 M 30 pf] 871

Wagner R., Zur Morphologie der *Hoffmannia robusta* (Hort.). (Mit 8 Textfiguren.) [Preis: 80 h — 80 pf] 1075

— Zur Morphologie des *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl. (Mit 9 Textfiguren. [Preis: 1 K — 1 M] 1089

— Beiträge zur Kenntnis einiger *Amorpha*-Arten. (Mit 4 Textfiguren.) [Preis: 80 h — 80 pf] 1541

Werner F., Ergebnisse der mit Subvention aus der Erbschaft Treitl unternommenen zoologischen Forschungsreise Dr. Franz Werner's nach dem ägyptischen Sudan und Nord-Uganda. XII. Die Reptilien und Amphibien. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 3 K 15 h — 3 M 15 pf] . . 1823

Zederbauer E., Variationsrichtungen der Nadelhölzer. [Preis: 1 K 10 — 1 M 10 pf] 1927

5 1.107

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVI. BAND. VI. HEFT.

JAHRGANG 1907. — JUNI.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 1 KARTE, 4 TAFELN UND 36 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1907.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER.

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

492957

INHALT

des 6. Heftes, Juni 1907, des CXVI. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Seite

Strakosch S., Ein Beitrag zur Kenntnis des Kohlenhydratstoffwechsels von *Beta vulgaris* (Zuckerrübe). [Preis: 50 h — 50 pf] 855

Uhlig V., Über die Tektonik der Karpathen. (Mit 1 Texifigur, 1 Tafel und 1 Karte.) [Preis: 3 K 30 h — 3 M 30 pf] 871

Löwi E., Untersuchungen über die Blattablösung und verwandte Erscheinungen. (Mit 1 Tafel und 14 Textfiguren.) [Preis: 1 K 85 h — 1 M 85 pf] 983

Melichar L., Bericht über die mit Subvention der kaiserl. Akademie der Wissenschaften unternommene entomologische Studienreise nach Spanien und Marokko. [Preis: 50 h — 50 pf] 1025

Strigl M., Der anatomische Bau der Knollenrinde von *Balanophora* und seine mutmaßliche funktionelle Bedeutung. (Mit 2 Tafeln uhd 3 Textfiguren.) [Preis: 1 K 15 h — 1 M 15 pf] 1041

Samec M., Zur Kenntnis der Lichtintensitäten in großen Seehöhen. (I. Mitteilung.) (Mit 1 Textfigur.) [Preis: 55 h — 55 pf] 1061

Wagner R., Zur Morphologie der *Hoffmannia robusta* (Hort.). (Mit 8 Textfiguren.) [Preis: 80 h — 80 pf] 1075

— Zur Morphologie des *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl. (Mit 9 Textfiguren.) [Preis: 1 K — 1 M] 1089

Preis des ganzen Heftes: 7 K — 7 M.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVI. BAND. VI. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Ein Beitrag zur Kenntnis des Kohlenhydratstoffwechsels von Beta vulgaris (Zuckerrübe)

von

Siegfried Strakosch.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität.

(Vorgelegt in der Sitzung am 2. Mai 1907.)

Historisches.

Der Kohlenhydratstoffwechsel in den Blättern der Zuckerrübe bildete vielfach den Gegenstand eingehender Untersuchung, deren Resultate wesentlich voneinander abweichen. Unzweifelhaft steht, dank dem Tatsachenmaterial, das Sachs[1] und Schimper[2] lieferten, nur fest, daß die autochthone Stärke des Chlorophyllkorns nicht als primäres Produkt anzusehen ist, wie Buignet[3] und Duchartre,[4] auch de Vries[5] in einer Jugendarbeit annahmen. Von den Zuckerarten sollten nach Mehay[6] die unkristallisierbaren den kristallisierbaren vorangehen, weil man jene in den Blattstielen reichlicher findet, als in den Wurzeln. Im Gegensatze hiezu sind Michaelis,[7]

---

1 Sachs, Bot. Zeitung 1864. Derselbe: Ein Beitrag zur Kenntnis der Ernährungstätigkeit; Arbeiten der bot. Inst. in Würzburg, Bd. III, p. 1 (1884).

2 Schimper, Bot. Zeitung 1885, p. 786.

3 Buignet, Comptes rendus, *51*, 894.

4 Duchartre, Comptes rendus, *81*, 1065.

5 De Vries, Wachstumsgeschichte der Zuckerrübe; Organ. d. Zentr. Vereines f. Rübenz.-Industrie in d. öst.-ung. Monarchie, Wien 1897, p. 289.

6 Mehay, Comptes rendus, *59*, 754.

7 Michaelis, Zeitsch. d. Vereines d. D. Zuck.-Ind., III, 461 (Berlin 1853).

Brown und Morris,[1] Lindet,[2] Girard[3] und Pagnoul[4] der Ansicht, daß der Rohrzucker direkt gebildet werde, während die Monosaccharide aus der Zersetzung der Saccharose entstünden. Girard erblickt die Bildungsstätte des Rohrzuckers speziell im Blattrande[5] und findet dabei die Zustimmung Pagnouls.[6]

Ziemlich allgemein nimmt man an, daß der Rohrzucker nicht als solcher in die Rübenwurzel wandere, sondern in der Form von reduzierendem Zucker.[7] Dieser sollte »unter dem Einflusse des osmotischen Druckes, daher entgegen dem rein physikalischen Diffusionsgesetze in der Richtung stets wachsender Konzentration, d. i. durch die Blattnerven und Blattstiele hindurch in den Rübenkopf und sodann in den Rübenkörper« gelangen.[8]

Für die Wanderung des reduzierenden Zuckers spricht eine Reihe von Beobachtungen, so vor allem diese, daß der Protoplasmaschlauch Rohrzucker nicht diffundieren läßt.[9] De

---

[1] H. T. Brown und G. H. Morris, Journ. chem. soc. 1893, mitgeteilt in: Öst.-ung. Zeitschr. f. Zuckerindustrie, 1894, p. 722.

[2] Lindet, Zeitschr. d. Ver. d. D. Zuckerindustrie, 1900, p. 281.

[3] Girard, Comptes rendus, *97*, 1305 und *99*, 808.

[4] Pagnoul, Comptes rendus, *110*, 471.

[5] Girard sagt in C. r., *99*, 808: »Dans une Note sommaire présentée à l'Académie le 3 Déc. 1883, j'ai montré que, formé directement dans les limbes des feuilles et sous la dépendance de la lumière, le saccharose était ensuite, et par le pétiole, délivré à la souche.«

[6] Pagnoul, a. a. O.

[7] De Vries sagt in der oben zitierten Wachstumsgeschichte der Zuckerrübe, p. 292: »Aus den bahnbrechenden Untersuchungen von Sachs läßt sich nun folgern, daß das in den Chlorophyllkörnern aus Kohlensäure und Wasser gebildete Kohlenhydrat daselbst zuerst vorübergehend (zum Teil) als Stärke abgelagert wird, dann zum kleinen Teile als solche, zum weitaus größeren Teile aber als Traubenzucker sich durch Nerven und Stiel nach der Rübe hinbewegt, um dort aus beiden Formen in Rohrzucker umgewandelt und abgelagert zu werden.«

[8] Lippmann, Chemie der Zuckerarten, Braunschweig 1904, p. 1800, ferner: Corenwinder und Contamine, Zeitschr. d. Ver. d. D. Zuckerindustrie, *29*, 783; Bellucci, chemisches Zentralblatt, *87*, 572; Maquenne, Comptes rendus, *121*, 834.

[9] Im Gegensatz zu dieser Beobachtung stehen allerdings die Befunde von Hanstein (Flora, Ergänzungsband, 1894, p. 419) und von Puriewitsch

Vries[1] erblickt einen weiteren Beweis darin, daß er in den chlorophyllführenden Zellen des Blattparenchyms keinen Traubenzucker und im Grundgewebe der Gefäßbündel nur solchen in geringer Menge nachweisen konnte, während der Mittelnerv Traubenzucker in gegen unten zunehmender Menge enthielt. Droysen[2] findet Traubenzucker in den Parenchymzellen nahe den Fibrovasalsträngen, Corenwinder[3] in den Blattrippen mehr Glykose, als im Parenchym der Lamina. Das wurde alles im Sinne der Theorie von der Wanderung der reduzierenden Zuckerarten ausgelegt, während Czapek[4] für seine Vermutung, daß der Rohrzucker als solcher wandere, keine Beweise anführen konnte.

Seit mehreren Jahren mit Studien über die Verteilung und die Wanderung der Assimilate in der Zuckerrübe beschäftigt, hatte ich anläßlich einer Arbeit[5] über den Einfluß des Sonnen- und des diffusen Tageslichtes auf diese Pflanze Gelegenheit zu Beobachtungen, die einerseits eine gewisse Erklärung für die Gründe so abweichender Befunde lieferten, andrerseits aber mancher bisherigen Annahme widersprachen. Wiesner[6] hat gezeigt, daß Blätter einer Pflanze, die unter Ausschluß des direkten Sonnenlichtes gezogen wurde, größere Mengen von Assimilaten enthielten, als die normalen Blätter und dies damit erklärt, daß bei den besonnt gewesenen Pflanzen die Ableitung der Assimilate und deren Verwertung bei dem Aufbau der Organe rascher vor sich geht. Meine Beobachtungen ergaben das Gleiche bei den Blättern der Zuckerrübe und lieferten

---

(Bericht d. bot. Gesellsch., 1896, p. 206), welche die exosmotische Abgabe eines Disaccharids (wahrscheinlich Rohrzucker) bei den Endospermen von Mais nachgewiesen haben.

[1] De Vries, a. a. O.

[2] Zitiert im Jahresb. für Agrikulturchemie, 1876, p. 307.

[3] Corenwinder, Compt. rend. *85*, 1238.

[4] Czapek, Biochemie der Pflanzen, Jena 1905, I. Bd., p. 375.

[5] Strakosch, Über den Einfluß des Sonnen- und des diffusen Tageslichtes auf die Entwicklung von *Beta vulgaris*; Österr. botan. Zeitschrift, 1906, Nr. 4, und Österr.-ung. Zeitschr. für Zuckerindustrie, 1906, I. Heft.

[6] Wiesner, Über den Einfluß des Sonnen- und diffusen Tageslichtes auf die Laubentwicklung immergrüner Holzgewächse; Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Bd. 113, 1904.

überdies den Beweis, daß auch das Verhältnis von Mono- und Disacchariden durch die Lichtintensität beeinflußt wird. Die große Variabilität der Proportion zwischen den Zuckerarten, die dadurch bedingt wird, scheint, neben der Unzulänglichkeit der bisherigen Untersuchungsmethoden, eine Ursache der vielfachen Widersprüche in den Ansichten zu sein.

Ich hatte in der Zeit von Anfang September bis Mitte Oktober vielfach Blätter untersucht, die stets zur gleichen Zeit, um 4 Uhr nachmittags, gepflückt waren und folgende Verteilung der Zuckerarten konstatiert: Dextrose allein am Blattrande, Dextrose und etwas Rohrzucker in der Lamina, Dextrose, Lävulose und Rohrzucker im Medianus und Rohrzucker, Maltose, Dextrose und Lävulose im Petiolus. Quantitativ stieg der Gehalt an Rohrzucker vom Blattrande gegen die Mitte zu und von dort nach abwärts, um im Blattstiele vorzuherrschen, während die Monosaccharide entsprechend den Bahnen des auswandernden Zuckers vom Blattrande angefangen gegen die Mitte und von dort nach dem Petiolus abzunehmen schienen. Nach 21stündigem Verdunkeln der Pflanze hatte der Rohrzucker im Petiolus eher eine Zunahme als eine Verminderung erfahren. Bezüglich des reduzierenden Zuckers ließ sich das Gleiche nicht wahrnehmen.

In Anbetracht der früher erwähnten Divergenz der bisherigen Befunde mußten diese Resultate mit entsprechender Reserve aufgenommen werden und dies um so mehr, als die angewandten mikrochemischen Untersuchungsmethoden quantitative Bestimmungen nur schätzungsweise zulassen. Die nachgewiesenen Tatsachen konnten aber keinesfalls mit der bisherigen Annahme in Einklang gebracht werden, daß der Rohrzucker nur gespalten in Monosaccharide durch die Plasmahaut wandere; sie schienen mir vielmehr zu beweisen, daß der Rohrzucker im Rübenblatte nicht als intermediäres Produkt, sondern als der fertige Reservestoff anzusehen ist und als solcher in den Rübenkörper wandert.

Zu gleicher Zeit und unabhängig von mir gelangte Strohmer in einer gemeinsam mit Briem ausgeführten

Arbeit[1] zu demselben Endergebnisse. Die beiden Forscher hatten zwei eigentümlich ausgebildete Zuckerrüben, bei denen die Kurzstiele, welche die Blattrosette tragen, anormaler Weise zu 24 bis 31 *cm* langen Längsstielen ausgewachsen waren, untersuchen können. Der Blattapparat war sonst in seinem äußeren Ansehen nicht im mindesten von jenem normaler Rüben verschieden, die Assimilate hatten jedoch von den Blättern in die Wurzel einen weiteren Weg, als bei Normalrüben zurückzulegen, und zwar bis zu 31 *cm*. Die Langstiele der einen Rübe enthielten 4% Rohrzucker, die der anderen Rübe 6% Rohrzucker bei gänzlicher Abwesenheit reduzierenden Zuckers. Da eine Wanderung des Rohrzuckers in Gestalt reduzierenden Zuckers den Nachweis dieser Zuckerart hätte ergeben müssen, schloß Strohmer aus ihrer Abwesenheit auf die Wanderung des Rohrzuckers in unveränderter Form, die auch meine Versuche dargetan hatten.

Versuchsanordnung und Methoden.

Um die Frage der Wanderung des Rohrzuckers und jene der Verteilung der Zuckerarten im Rübenblatte weiter zu studieren, verfolgte ich zunächst die Veränderungen, denen die Assimilate des Blattes während dessen Verdunkelung ausgesetzt sind und dann die Vorgänge in den wieder dem Tageslichte zugängig gemachten Blättern. Zur Untersuchung dienten Zuckerrüben, die auf freiem Felde der Fabriksökonomie Hohenau gezogen waren und nicht berührt durch tierische oder pflanzliche Schädlinge schienen. Die Versuchspflanzen wurden mittels festgefügter Kisten 72 Stunden hindurch im Dunkeln gehalten. Länger konnte die Bedeckung nicht fortgesetzt werden, ohne Veränderungen durch beginnendes Etiolement zu verursachen, die mit der normalen Auswanderung der Assimilate nicht zusammenhängen. Alle 6 Stunden wurde ein Blatt den verdunkelten Rübenpflanzen entnommen. Auf diese Weise ergab

[1] H. Briem und F. Strohmer, Beobachtungen über normale und abnormale Stengelbildung bei Schoßrüben etc.; Öst.-ung. Zeitschr. f. Zuckerind., 1906, Heft I.

sich eine Versuchsreihe von zwölf Blättern, die ebensoviel verschiedene Phasen der Assimilatenauswanderung darstellten.

Andere Pflanzen wurden nach 72stündiger Verdunkelung wieder dem vollen Tageslichte ausgesetzt und an ihren, von Stunde zu Stunde geschnittenen Blättern die fortschreitende Bildung der Assimilate unter dem Einflusse der andauernden Belichtung studiert.

Wie bei der früher angeführten Arbeit wurden auch diesmal mikrochemische Methoden verwendet:

1. Der Stärkenachweis erfolgte auf dem gewöhnlichen mikrochemischen Wege.

2. Dextrose, Lävulose, Maltose, Rohrzucker. Hier erfolgte der Nachweis nach den mikrochemischen Methoden von Senft[1] und Grafe[2].

Grafe verwendet zur Erkennung der Fruktose das sekundäre asymetrische Methylphenylhydrazin $\begin{matrix} C_6H_5 \\ CH_3 \end{matrix} > N—NH_2$ und stützt sich dabei auf die Untersuchungen von Neuberg,[3] nach denen nur die Ketozucker, niemals aber die Aldozucker ein charakteristisches Methylphenylosazon ergeben. Da Ofner in mehreren Arbeiten[4] zu dem Resultate gelangt, daß Osazon-

---

[1] Senft, Über den mikrochemischen Zuckernachweis durch essigsaures Phenylhydrazin; Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 113. Bd., Abt. I, 1904, dann Österr.-ung. Zeitschr. f. Zuckerindustrie, 1904, p. 448.

[2] Grafe, Studien über den mikrochemischen Nachweis verschiedener Zuckerarten in den Pflanzengeweben mittels der Phenylhydrazinmethode. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 114. Bd., Abt. I, 1905.

[3] Ber. d. Deutsch. chem. Ges. *35*, 959, 2626 (1902). E. Fischer, ebendaselbst, *22*, 91 (1889); Zeitschr. des Vereines d. deutschen Zuckerindustrie, *52*, 246.

[4] Ofner, Zur Kenntnis einiger Reaktionen der Hexosen; Beobachtungen über Benzylphenylhydrazin; Einwirkung von sekundären asymetrischen Hydrazinen auf Zucker I, alle drei Abhandlungen in den Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Bd. 113, Abt. IIb, 1904; Einwirkung von sekundären asymetrischen Hydrazinen auf Zucker II und III, diese Sitzungsber., Bd. 114, Abt. IIb, 1905. Ferner: Über die Einwirkung von Benzylphenylhydrazin auf Zucker; Über die Einwirkung von Methylphenylhydrazin auf Zucker; Über die Abscheidung von Aldosen durch sekundäre Hydrazine, diese drei Abhandlungen in den Berichten der Deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrg. XXXVII, Berlin 1904.

bildung mittels Methylphenylhydrazin bei makrochemischen Untersuchungen nicht ausschließlich als Ketosenreaktion anzusehen sei, so möchte ich hier der Frage näher treten, ob die Grafe'sche mikrochemische Methode einwandfreie, sichere Ergebnisse gewährleistet.

Die Meinung Neuberg's wird durch weitere Untersuchungen von Neuberg selbst und Strauss unterstützt,[1] Ofner fand die gewichtige Beistimmung von Ost.[2] In diesem Widerstreite der Meinungen bestätigte indessen auch Ofner, daß die Bildung des Methylphenylosazons aus der Fruktose schneller und in besserer Ausbeutung vor sich geht, als aus der Glukose und daß eine Abscheidung des Methylphenylosazons die bei Zimmertemperatur in zirka 5 Stunden eintritt, als einwandfreier Fruktosenachweis anzusehen ist.[3] Mit diesen Forderungen läßt sich die mikrochemische Methode Grafe's leicht in Einklang bringen.[4] Zahlreiche Kontrollversuche, die Grafe anstellte, haben in der Tat die Eindeutigkeit der Reaktion, die eintritt, wenn man das Präparat 10 Minuten auf dem Wasserbade erhitzt, ergeben. Exakte quantitative Vergleiche von Fruktose und Glukose lassen sich hingegen mittels der Methode nicht erreichen, weil das Methylphenylhydrazinchlorhydrat nach den Beobachtungen Grafe's etwas geringere Empfindlichkeit besitzt, als das Phenylhydrazinchlorhydrat, womit Senft die Glukose nachweist.

Die Unterscheidung von Rohrzucker und Glukose nach dem Senft'schen Verfahren ist an die richtige Schätzung des untersuchenden Auges gebunden. Da nur Monosen befähigt sind

---

[1] Neuberg und Strauss, Zeitschr. f. physiol. Chemie, *36*, 233 (1902), Neuberg, Berl. Ber., *37*, 4616 (1904).

[2] H. Ost, Umwandlung der Dextrose in Lävulose und Nachweis der Lävulose; Zeitschr. für angew. Chemie, Jahrg. XVIII, Heft 30 (1905).

[3] Ofner, Einwirkung von sekundären asymetrischen Hydrazinen auf Zucker, II. Abhandlung; Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Bd. 114, Abt. IIb, 1905, p. 723.

[4] Ofner sagt in obiger Abhandlung (p. 705): »Inwieweit aber meine Beobachtungen auf den Wert der Grafe'schen Methode des mikrochemischen Nachweises Einfluß haben, darüber zu urteilen bin ich, mangels eigener Erfahrungen bei den von ihm beobachteten Versuchsbedingungen, nicht in der Lage.«

in der Kälte Osazone zu bilden, Biosen aber nicht direkt, sondern erst nach erfolgter Inversion, die durch Kochen am Wasserbade hervorgerufen wird, so erkennt man das Vorhandensein von Saccharose an der Vermehrung der Osazone nach dem Erhitzen. Um jede mögliche Selbsttäuschung vollkommen auszuschließen, ersuchte ich Herrn Dozenten Dr. Grafe, meine mikrochemischen Rohrzuckerbefunde makrochemisch zu überprüfen, was dieser in kollegialster Weise zu tun die Güte hatte. Es wurde dabei nach der Allihn'schen Methode[1] auf gewichtsanalytischem Wege die Menge des Traubenzuckers in einer bestimmten Volummenge des zu untersuchenden Blättersaftes nachgewiesen und ebenso die Menge des Invertzuckers in einer gleich großen Volummenge nach der Inversion. Die Durchführung der Inversion geschah mit Salzsäure und gleichzeitig, zur Kontrolle, mit Invertin.

Bei meinen mikrochemischen Untersuchungen wurde diesmal der Lokalisierung der Assimilate besondere Beachtung geschenkt, was bei den bisherigen Arbeiten nicht in gleicher Weise geschehen war. Lindet begnügte sich beispielsweise bei seinen bereits erwähnten Forschungen über die Verteilung von Dextrose und Lävulose im Rübenblatte[2] mit einer Scheidung in Blattfläche und Blattstiel, wobei Medianus und Petiolus als Blattstiel, alles übrige als Blattfläche angenommen wurde. Ich hatte bei meinen früheren Untersuchungen[3] auch die stärkeren Seitennerven gesondert betrachtet. Das Rübenblatt enthält aber außer den stärkeren und schwächeren Rippen noch eine Menge äußerst zarter Nerven und Nervenendungen, welche die ganze Blattfläche von oben bis unten nach allen Seiten durchziehen und ein zusammenhängendes Ganzes bilden.[4] Ich war nun bemüht, in den mikrochemischen Präparaten diese feinsten Nerven von dem Grundgewebe zu trennen, das Parenchym von den anderen Gewebsformen zu sondern. Für die makrochemischen Untersuchungen zerlegte ich die Blätter in der genauesten

[1] Fresenius, Quantitative Analyse, II. Bd., p. 595; Braunschweig 1901.

[2] Lindet, siehe p. 856, Anmerkung 2.

[3] Strakosch, siehe p. 857, Anmerkung 5.

[4] Briem, Die Nervatur des Rübenblattes; Österr.-ung. Zeitschr. für Zuckerindustrie, 1895, Heft I, p. 7.

Weise, die stärkeren Nerven wurden herausgeschnitten, die feinen Nerven mittels kleiner Stanzen vom Grundgewebe geschieden. Obwohl eine vollständige Separierung für makrochemische Zwecke unmöglich ist, wurde auf diese Weise doch eine präzisere topographische Begrenzung erreicht.

Experimenteller Teil.

Die strenge Lokalisierung brachte ein unerwartetes Ergebnis: Im Parenchym des Grundgewebes ließ sich mit den angeführten mikrochemischen Methoden nur eine einzige Zuckerart nachweisen, die Dextrose. Lävulose und Rohrzucker treten erst in den Seitennerven[1] der Lamina auf und finden sich weiters im Medianus und im Petiolus vor. Maltose ist nicht regelmäßig und bei Vorkommen nur in so geringen Mengen im Petiolus erkennbar, daß man sie kaum als normale Zwischenphase der Kohlenhydratproduktion ansehen kann.[2]

Die makrochemische Überprüfung des Befundes durch Dr. Grafe ergab:

I. Extrakt des Mesophylls (obwohl sorgfältig ausgestanzt immer noch feinste Nervenendungen enthaltend).

a) 30 cm^3 mit $Pb(CH_3COO)_2$ gefällte, filtrierte Flüssigkeit: 0·0901 *g* Cu = 46·00 *mg* Traubenzucker = **0·154%**.

b) 30 cm^3 mit Salzsäure invertierte Flüssigkeit: 0·1053 *g* Cu = 0·0152 *g* Cu auf Invertzucker entfallend = 0·0081 *g* Invertzucker = 0·00769 *g* Rohrzucker = **0·0256%** Rohrzucker.

Inversion mit Invertin ergab unwesentlich veränderte Werte.

---

[1] Ich verstehe hier unter Nerven die Gefäßbündel inklusive der sie begleitenden Zuckerscheide (im Sinne von de Vries, a. a. O., p. 347).

[2] Nach Lippmann (Chemie der Zuckerarten, p. 1801) sehen Stohmann und de Vries in der Maltose eine Vorstufe des Rohrzuckers. Nach Grüss (ebenfalls daselbst angeführt) und Bach (Chemisches Zentralblatt 98, II. Halbband, 42) tritt Maltosebildung stets ein, sobald die Glykoselösung unter dem Einflusse fortdauernder und den Verbrauch überwiegender Assimilation einen Konzentrationsgrad erreicht, bei dem die diastatischen Enzyme in ihrer Wirksamkeit behindert sind.

II. Extrakt der Blattnerven (der übrige Teil der Lamina, stärkere und feine Nerven enthaltend, desgleichen das zwischen diesen liegende Mesophyll, das sich wegen der engen Verzweigung der durchziehenden Nerven nicht ausstanzen ließ).

a) 30 cm^3 der gefällten Flüssigkeit:
0·0695 *g* Cu = 35·55 *mg* Traubenzucker = **0·1185%**.

b) 15 cm^3 der mit Salzsäure invertierten Flüssigkeit:
0·1897 *g* Cu = 0·1202 *g* Cu auf Invertzucker entfallend.
Umgerechnet auf 30 cm^3:
0·3794 *g* Cu = 0·3099 *g* Cu = 0·17 *g* Invertzucker = 0·1615 *g* Rohrzucker = **0·538%** Rohrzucker.

Inversion mittels Invertin ergab etwas geringere Werte, aber innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler.

Das Mesophyll enthielt demnach mehr Traubenzucker als die Blattnerven mit dem Rest des Mesophylls zusammen, hingegen nur Spuren von Rohrzucker, dessen Anwesenheit durch das unvermeidliche Vorhandensein der feinen Nerven genügend erklärt wird.

Die Untersuchung der verdunkelt gewesenen Blätter lehrte folgendes: Die Auswanderung der Assimilate geht äußerst langsam vor sich. Eine Verminderung der Monosaccharide, die bei Eintritt der Verdunkelung vorhanden waren, läßt sich auch nach 72stündiger Verdunkelung weder im Parenchym der Lamina noch in den Nerven oder im Petiolus erkennen. Anders verhält sich der Rohrzucker, der sukzessive aus den Seitennerven nach dem Medianus und dem Petiolus hinwandert, um von dort den Weg in die Wurzel zu finden. Der von allen Seiten im Petiolus zusammenströmende Rohrzucker scheint den Abfluß nach der Wurzel nicht im gleichen Maße bewerkstelligen zu können, als dem Zuflusse entspräche. Nach 18stündiger Verdunkelung hat der Rohrzuckergehalt der Lamina stark abgenommen, jener des Petiolus eher noch zugenommen. Auf eine Stauung des Disaccharids weist auch das Vorhandensein von transitorischer Stärke[1] im Parenchymgewebe hin, das die

[1] Nach Czapek, Biochemie der Pflanzen, I. Bd., p. 392, zeigt die transitorische Stärkebildung einen reichlichen Zuckerzufluß zu Amyloplasten

Gefäßbündel des Petiolus umgibt. Nach 48 Stunden ist die autochthone Stärke der Chlorophyllkörner gänzlich verschwunden, der Rohrzucker hat sich nun auch im Petiolus stark vermindert. Nach 72 Stunden Verdunkelung gibt es im Rübenblatte weder Stärke noch Rohrzucker, im Parenchym des Laminagrundgewebes immer noch Dextrose, in den Seitennerven, im Medianus und Petiolus beide Monosaccharide in anscheinend unverminderter Quantität.

Die Wirkung der Sonne auf ein Rübenblatt, das nach 72 Stunden Verdunkelung wieder ihren Strahlen ausgesetzt wird, zeigt sich zunächst in einer Verminderung der Monosaccharide und in einer Vermehrung des Rohrzuckers. Nach etwa 2 Stunden hat der Dextrosegehalt des Laminaparenchyms wieder zugenommen. Bei längerer Belichtung läßt sich weder hier noch in den Nerven oder im Petiolus eine weitere Vermehrung der Monosaccharide konstatieren, indessen der Rohrzuckergehalt stetig zunimmt und am Abend alle Seitennerven, den Medianus und den Petiolus dicht erfüllt. Die Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern setzt später ein als die Vermehrung des Rohrzuckers, sie scheint zeitlich mit dem Wiedererreichen des normalen Dextrosegehaltes im Parenchym der Lamina zusammenzufallen. Dies läßt sich mit der Ansicht vereinen, daß auch die sogenannte autochthone Stärke der Chorophyllkörner einen Überschuß an assimiliertem Material darstellt, das sich in dieser Form als Reservestoff ansammelt.[1] Mit der wachsenden Konzentration des Rohrzuckers hält die Bildung von transitorischer Stärke gleichen Schritt. Man kann diese nun in den Parenchymscheiden der Blattrippen und des Petiolus nachweisen.

Die vorstehenden Resultate gestatten vor allem die Annahme, daß von den hier beobachteten Zuckerarten des Rübenblattes die Dextrose die Primäre ist. Da im Parenchym der Lamina nur diese einzige Zuckerart vorkommt,

---

führenden Zellen an, denen kein genügend rascher Zuckerabfluß entgegensteht, so daß die Amyloplasten durch Überschreitung der Zuckergrenzkonzentration zur Stärkebildung veranlaßt werden.

[1] Czapek, a. a. O., Bd. I, p. 384.

in den Nerven und im Petiolus aber Dextrose und Lävulose, so erklärt es sich leicht, warum sowohl meine früheren mikrochemischen Untersuchungen[1] als auch die makrochemischen Untersuchungen Lindet's[2] stets ein Vorherrschen der Dextrose erkennen ließen. Lindet erklärt dies damit, daß die Lävulose zur Neubildung von Gewebezellen aufgebraucht werde. Es wäre gewiß verfehlt, die sichtbaren Produkte des Kohlenhydratstoffwechsels ausschließlich von dem einseitigen Standpunkte der Reservestoffbildung anzusehen, aber die hier mitgeteilten Befunde modifizieren die Ansicht Lindet's doch sehr.

Die Dextrose wandert aus dem Mesophyll in die Nerven und ein Teil davon wird möglicherweise zur Quelle der nunmehr neben der Dextrose dort auftretenden Lävulose. Die Vermutung, daß Fruktose durch Umlagerung der Glykose unter dem Einflusse des Protoplasmas entstehen könnte, hat Lippmann[3] bereits vor langer Zeit ausgesprochen und diese Vermutung hat durch die Arbeiten Lobry de Bruyns und van Ekensteins,[4] denen es gelang, solche Umwandlungen unter Einwirkung stark verdünnter wässeriger Alkalien tatsächlich hervorzurufen, viel an Wahrscheinlichkeit gewonnen. Wir können jetzt wohl mit einiger Berechtigung voraussetzen, daß sich ähnliche Vorgänge, vielleicht unter dem Einflusse von Enzymen, in den Nerven der Rübenblätter abspielen.

Die Synthese des Rohrzuckers hat bisher außerhalb des pflanzlichen Organismus keine Analogie gefunden. Dennoch kann man es nicht als ausgeschlossen betrachten, daß der bekannte Inversionsprozeß, der aus Rohrzucker unter Aufnahme von Wasser Dextrose und Lävulose hervorbringt, reversibel ist und daß sich der Rohrzucker in den Nerven aus diesen beiden Komponenten unter Wasserentziehung aufbaut. Man wird dabei wieder an Enzyme denken müssen, die nach de Vries, Gonnermann und anderen, den Übergang der

---

[1] Siehe p. 857, Anmerkung 5.

[2] Siehe p. 856, Anmerkung 2.

[3] Lippmann, Zeitschr. d. Vereines f. Zuckerindustrie d. Deutschen Reiches, Bd. XXXIX, p. 650 (1889).

[4] Lobry de Bruyn, Ber. der Deutschen chem. Ges., Bd. XXVIII, p. 3078. Chemisches Zentralblatt, Bd. XCVII, I, p. 1173.

Monosen in Disaccharide vermitteln.[1] Van't Hoff[2] hat zuerst die Vermutung ausgesprochen, daß die Enzyme nicht nur Spaltungen, sondern auch Synthesen zu katalysieren im stande sind. Einen Anhaltspunkt dafür könnte man in der Tatsache erblicken, daß der Rohrzucker später als Dextrose und Lävulose entsteht. Die Dextrose beweist ihren zeitlichen Vorrang vor der Lävulose schon durch den Ort ihres ersten Auftretens, die frühere Bildung beider Monosaccharide gegenüber dem Rohrzucker ergibt sich aus der Beobachtung, daß ein 72 Stunden verdunkelt gewesenes Blatt, das wieder dem Lichte ausgesetzt wird, während der ersten 2 Stunden den Rohrzucker auf Kosten der vorhandenen Monosaccharide aufbaut, die zu gleicher Zeit eine Verminderung erfahren. Der Rohrzucker gibt sich aber weiter dadurch als Endprodukt zu erkennen, daß er allein bei Fortschreiten des Assimilationsprozesses in den belichteten Blättern eine stete, starke Vermehrung und während längerer Verdunkelung eine stete Abnahme zeigt, die der Auswanderung der Reservestoffe in die Wurzel entspricht.

Die Monosaccharide werden, im Gegensatze hiezu, von dem Prozesse der Aufspeicherung und der Auswanderung der Kohlenhydrate quantitativ nicht merklich berührt. Sie erfahren während noch so lange währender Verdunkelung keine nachweisbare Verminderung, während stundenlanger Belichtung keine Vermehrung die über ein gewisses Maß, das bereits nach kurzer Belichtung erreicht wird, herausgeht. Dieser Befund wird durch den Girard's[3] bestätigt, »daß die Menge reduzierenden Zuckers zu einem gegebenen Zeitpunkte am Abend und am Ende der Nacht dieselbe ist«. Stärkere Verschiedenheit im Gehalt an reduziertem Zucker zeigen die Rübenblätter nur im Vergleiche verschiedener Wachstumsperioden.[4] Die Monosaccharide bilden

---

[1] De Vries, Wachstumsgeschichte der Zuckerrübe; Gonnermann, Zeitschr. d. Ver. d. deutschen Zuckerindustrie, 48, p. 667 und 931.

[2] I. van't Hoff, Zeitschr. f. anorg. Chem., Bd. XVIII, p. 1 (1898).

[3] Girard, Comptes rendus 97, p. 1305.

[4] Strohmer, Die Entstehung des Zuckers in der Rübe; Österr.-ungar. Zeitschr. für Zuckerindustrie, XXV. Jahrg., 1896.

offenbar nur die Bausteine des Rohrzuckers, des eigentlichen Reservestoffes der Rübenwurzel und sind als intermediäres Produkt nur in dem Maße im Blatte vorhanden, als sie noch nicht zu physiologischen Zwecken und zur Rohrzuckerbildung verbraucht wurden.

Meine früher zitierte Arbeit hatte bereits den Einfluß der Lichtintensität auf das Verhältnis von Mono- und Disacchariden gelehrt, jetzt beweist das Vorhandensein der Monosaccharide nach 72stündiger Verdunkelung überdies, daß die Umwandlung in Rohrzucker an die Mithilfe des Lichtes gebunden ist und aufhört, wenn das Blatt verdunkelt wird. Die Wanderung der Monosaccharide hingegen ist geradesowenig an das Licht gebunden wie die des Rohrzuckers, was daraus resultiert, daß das Mesophyll der Lamina nach mehrstündigem Verdunkeln dem Anscheine nach entschieden weniger Dextrose als nach der Belichtung, die Nerven mehr davon zeigen. Die Dislozierung der Monosaccharide im Rübenblatte wurde demnach durch das Abhalten des Lichtes nicht behindert.

Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.

1. Die Dextrose bildet sich im Mesophyll der gesamten Blattfläche. Das Mesophyll der Blattfläche enthält keine andere Zuckerart als diese.

2. Der Auswanderung der Dextrose in die Nerven folgt sekundär das Auftreten der Lävulose daselbst.

3. Der Rohrzucker bildet sich später als die beiden Monosaccharide und ebenso wie die Lävulose in den Blattnerven.

4. Die Bildung der autochthonen Stärke im Chlorophyllkorn setzt später als die Bildung des Rohrzuckers aus seinen Komponenten und erst bei einer gewissen Anhäufung von Kohlenhydraten im Mesophyll ein.

5. Es ergaben sich neuerdings Anhaltspunkte dafür, daß der Rohrzucker im Rübenblatte als Endprodukt anzusehen ist und als solcher in die Wurzel wandert.

6. Die Umwandlung der Monosaccharide des Blattes in Rohrzucker ist an das Licht gebunden und hört auf, wenn das Blatt verdunkelt wird.

7. Die Monosaccharide des Blattes werden von dem Prozesse der Wanderung des Rohrzuckers in die Wurzel quantitativ nicht merklich berührt. Sie erfahren während noch so langer Verdunkelung des Blattes keine nachweisbare Verminderung, während stundenlanger Belichtung keine Vermehrung, die über ein gewisses Maß, das bereits nach kurzer Belichtung erreicht wird, herausgeht.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Prof. Dr. J. Wiesner, möchte ich an dieser Stelle für die so überaus wertvolle Förderung meiner Arbeit meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Den Herren Dozenten Dr. Linsbauer und Dr. Grafe vom pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität Wien danke ich gleichfalls herzlichst für die mir durch Rat und Tat gewährte Unterstützung.

Über die Tektonik der Karpathen

von

V. Uhlig,
w. M. k. Akad.

(**Vorgelegt in der Sitzung am 14. März 1907.**)

(Mit 1 Textfigur, 1 Tafel und 1 Karte.)

I. Einleitung.

An die österreichischen Geologen tritt immer dringender die Notwendigkeit heran, zu der Frage des Deckenbaues der Alpen und Karpathen Stellung zu nehmen.

Bisher wurden hauptsächlich ablehnende Stimmen vernommen, die sich gegen die Übertragung der im Westen entstandenen Anschauungen auf den Osten aussprachen. Der Grund hievon ist in den geologischen Verhältnissen unserer Gebirge gegeben: stieß hier schon die Lehre vom einseitigen Schube, die aus genialer Erfassung der Bedeutung einzelner Tatsachen entsprungen war, auf gewisse Schwierigkeiten, die durch spätere Detailstudien nicht gänzlich beseitigt werden konnten, so erschienen die Hinweise auf den Deckenbau noch weniger zwingend und die anscheinend entgegenstehenden Tatsachen noch zahlreicher. Jener so eindrucksvolle Kontrast der helvetischen und »exotischen« Facies, der in der Schweiz so viel zu denken gab und zu einem der Hauptausgangspunkte der Überfaltungslehre wurde, ist den Ostalpen im wesentlichen versagt oder, besser gesagt, er ist hier verborgen. Nirgends kann ein Sockelgebirge erkannt werden, das den wunderbaren Deckenbau der ersten alpinen Zone der Schweiz aufzeigt und von Überschiebungszeugen einer zweiten Facies in ähnlicher Weise gekrönt ist wie die helvetischen Stirnfalten von den exotischen Schollen von Unterwalden. Dagegen zeigen große Teile der

östlichen Zentralalpen unverkennbar die Merkmale eines alten Horstes oder eines autochthonen Gebirges und Anzeichen einer vorcenomanen oder vorsenonen und eocänen Faltung treten in den Ostalpen und noch mehr in den Karpathen in ihrer vollen Bedeutung klar hervor. Mußte man sich da nicht dagegen sträuben, die Ostalpen in ihrer Gesamtheit in das System des Deckenbaues und der Überfaltung einbeziehen zu lassen und den Faltungsprozeß in allen Teilen des Gebirges ausschließlich in die jüngere, ja jüngste Tertiärzeit zu verlegen?

Wenn man nicht leichten Herzens über diese Schwierigkeiten hinweggeht, sondern auf ihrer Bedeutung besteht, wie dies von K. Diener[1] und kürzlich von G. Geyer[2] und F. Kossmat[3] geschah, so kann das für die weitere Entwicklung unserer Wissenschaft gewiß nur nützlich sein. Eine andere Frage ist es freilich, ob es die Erkenntnis des wahren Sachverhaltes fördert, ausschließlich das Gewicht der ungünstig erscheinenden Tatsachen in die Wagschale zu werfen, ohne auch den positiven Anhaltspunkten Beachtung zu schenken. Werden doch Fortschritte immer nur auf dem Boden positiver Tatsachen erzielt! Diese zu prüfen erscheint daher als unsere erste und wichtigste Aufgabe, wenn wir uns nicht mit der Verantwortung belasten wollen, einer großen Bewegung gegenüber teilnahmslos geblieben zu sein und vielleicht gar den Fortschritt in der Erkenntnis des geologischen Baues unserer Gebirge gehemmt zu haben. Handelt es sich doch nicht um eine jener mehr untergeordneten Fragen, an die man ohne wesentlichen Schaden früher oder auch später herantreten kann. Auch nicht um eine theoretische Anschauung oder eine vergängliche Mode, sondern um positive, beobachtbare Tatsachen der geologischen Lagerung, aus denen, wenn sie richtig sind, sich weittragende Konsequenzen ergeben und welche unseren Blick für Verhältnisse schärfen können, die, weil versteckt und unscheinbar, unserer Beachtung bisher vielleicht entgangen sind.

Die Diskussion der westalpinen Verhältnisse ist heute schon so weit vorgeschritten, daß die starken wie auch die schwachen

[1] Zentralblatt für Min., Geol. u. Pal. Stuttgart, 1904, p. 179.

[2] Verhandl. geolog. Reichsanstalt, 1907, p. 55.

[3] Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1906, p. 272.

Seiten der neuen Auffassung des Alpenbaues klar hervortreten. Einen Hauptpfeiler der Deckenlehre bildet fraglos die große Glarner Überschiebung, A. Heim's vielbesprochene ehemalige Doppelfalte. Gegen die Einheitlichkeit dieser großen Überschiebung gibt es heute schlechterdings keine Einwendung mehr. Daß es unmöglich ist, hier Nord- und Südflügel zu unterscheiden und den einheitlichen Bewegungszug des Eocäns zu verkennen, muß jeder einräumen, der die überwältigende Großartigkeit der herrlichen Aufschlüsse des Glarner Gebietes auf sich einwirken ließ. Die Grundzüge des tektonischen Baues stehen daher jetzt schon im Sinne der einheitlichen, nach Norden gewälzten Überschiebungsdecke unverrückbar fest.

Im Detail ist allerdings noch viel zu regeln, namentlich die so verwickelten Teilungen der Stirnregion erfordern noch eine nähere Aufklärung. Eine Reihe von Forschern unter A. Heim's meisterhafter Führung ist hier am Werke und es zeigt sich, daß jede neue Untersuchung eine Lücke ausfüllt, eine Schwierigkeit beseitigt.

A. Heim selbst legte erst kürzlich dar, welche Täuschung bei dem vermeintlichen Gewölbeschlusse am Klausenpasse vorlag und A. Heim jun.[1] und E. Blumer[2] sind im Begriffe, nicht nur die Teilungen der Stirnregion, sondern auch das Verhältnis zur Molasse aufzuhellen. Für die Auffassung der Tektonik der Ostalpen ist namentlich die Frage von Bedeutung, ob Säntis und Churfirsten wirklich schwimmende Massen bilden oder ob sie nicht etwa doch aus dem autochthonen Untergrunde hervortreten.

Wer nun die namentlich von den beiden Heim vorgebrachten Gründe für die Wurzellosigkeit des Säntis als nicht genug beweiskräftig ansieht, müßte unglaubwürdige stratigraphische Verhältnisse und eine Tektonik annehmen, deren Schwierigkeiten und Unwahrscheinlichkeiten die Annahmen der einheitlichen Überschiebung und Stirnteilung weit übertreffen.

---

[1] Brandung d. Alpen am Nagelfluhgebirge. Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich, 1906, 51. Jahrg., p. 441.

[2] Zur Kenntnis d. helvet. Alpennordrandes. Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich, 1906, 51. Jahrg., p. 473.

Die Eindrücke, welche das Glarner Gebiet zurückläßt, erfahren im Urner Gebiete und in der Region zwischen dem Finsteraarhornmassiv und den Aiguilles rouges eine beträchtliche Verstärkung. Zum Greifen klar entfalten sich am Urner See die helvetischen Stirnfalten. Jene so angefochtenen Teilungen, jenes so unwahrscheinliche Einbohren der Stirn nach unten sowie das Zurückbleiben des geologisch älteren, jurassischen Kernes, alle diese Erscheinungen sind durch die klaren Aufschlüsse an beiden Ufern des Urner Sees glaubwürdig gemacht. Die nach unten fehlenden Ergänzungen der Faltungslinien sind bei der südlichen Decke der Axenstraße so gering und durch die oberhalb des Seespiegels gelegenen Aufschlüsse mit so zwingender Bestimmtheit vorgeschrieben, daß es unmöglich ist, das Herabtauchen der Decke, die umgekehrte Eocänmulde an der Axenstraße und die dadurch bedingte Teilung der Decke zu verkennen. Wo die besondere Art der Ergänzung zweifelhaft sein kann, wie bei der Rigihochfluhkette, geben die spezielleren Faciesverhältnisse wichtige Fingerzeige. Nicht minder überzeugend ist das von M. Lugeon meisterhaft untersuchte Gebiet zwischen dem Finsteraarhornmassiv und den Aiguilles rouges. In riesigen Staffeln sinken hier die helvetischen Bildungen von der Höhe nach Norden herab und die Beweiskraft dieses Gebietes für die Deckenstruktur ist um so größer, als hier die Möglichkeit gegeben ist, die Verbindung der Stirn mit der Wurzelregion unmittelbar festzustellen.

In der Zone der Voralpen sind namentlich zwei wichtige Tatsachen festgestellt: es ist bisher nicht gelungen, für die Chablais-Breccie eine andere Herkunft als durch Überschiebung zu erkennen, und es ist unmöglich, die Wurzellosigkeit der kleineren Klippen in der Gegend des Vierwaldstätter Sees zu verkennen.

Bei den großen Massen der Freiburger Alpen und des Chablais kann die Wurzellosigkeit allerdings nicht unmittelbar ersehen, sondern nur auf dem Umwege weitgehender Ergänzungen des sichtbaren Bildes und verwickelter Annahmen erschlossen werden. Noch sind die Schwierigkeiten nicht beseitigt, die sich aus dem Vorkommen von Geschieben der exotischen Facies in Flyschgesteinen der angenommenen über-

schobenen Unterlage ergeben, noch harren die bedenklichen Rätsel der Zone der Pässe, auf die namentlich Ch. Sarasin und L. Collet die Aufmerksamkeit gelenkt haben, ihrer befriedigenden Lösung.

Daß indessen die Wurzellosigkeit der großen, tief eingesunkenen Massen schwerer nachweisbar sein muß als die der kleinen, auf hohem Sockel ruhenden, ist wohl verständlich. Auch daß es neuerdings gelungen ist, in den kleineren Klippen Spuren der hier früher nicht bekannten Brecciendecke aufzufinden, flößt doch auch Vertrauen zu der Annahme der Wurzellosigkeit der exotischen Facies ein. Endlich erweist auch jede neuere Untersuchung immer deutlicher die Einheitlichkeit der Bewegungsrichtung der Massen in den Westalpen und bestärkt damit auch die Vorstellung von der südlichen Herkunft der »Klippen«.

Mit vollem Recht bezeichnet es Steinmann[1] als Prüfstein einer neuen Auffassung, wenn es dieser gelingt, bisher unverstandene und isolierte Tatsachen zusammenzufassen und unserem Verständnis näher zu bringen, sie zu »erklären«. Dies ist nun der neuen Auffassung der Alpen als gigantisches Deckenpaket in gewissem Grade sicherlich gelungen. Man denke nur an die bisher völlig unverstandene Rheingrenze mit ihrer unerschöpflichen Fülle verwickelter Details, mit der uns namentlich die Schüler Steinmann's bekanntgemacht haben, an die so befriedigende Klärung der alpinen Stratigraphie sowie des Verhältnisses des Jura zu den Westalpen, des Überganges der außeralpinen Bildungen in die helvetischen im Westen und die schroffe Grenze zwischen alpin und außeralpin im Osten, an die von E. Suess[2] aufgehellten Verhältnisse des »Engadiner Fensters« und vieles andere.

Dazu kommt, daß große Tiefenaufschlüsse, wie der Simplondurchstich, trotz der Einwendungen Stella's der neuen Auffassung günstig sind und daß fast jede neue Detailarbeit neue Bestätigungen liefert. Daß auch die sorgfältigen und vor-

[1] Geolog. Beobachtungen in den Alpen II. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. B. XVI, Sept. 1905, p. 29.

[2] Inntal bei Nauders, Sitzungsber. k. Akademie, math.-nat. Kl., 114. Bd., Okt. 1905, p. 699.

sichtigen Forschungen W. Kilian's und E. Haug's in Ubaye und Briançonnais ein hiemit übereinstimmendes Ergebnis lieferten, wird man ebenfalls nicht übersehen können.

Die Erkenntnisse, die wir hier flüchtig berührten, haben sich, von der Einheitlichkeit der ehemaligen Doppelfalte ausgehend, bekanntlich schrittweise entwickelt; man kann auch nicht behaupten, daß sie überstürzt und ohne reifliche Erwägung Annahme gefunden hätten, kennt doch jedermann die Versuche Steinmann's, Lugeon's und Haug's, die Verhältnisse der Préalpes ohne einheitliche Südüberfaltung zu erklären. Eingehende Diskussion hat aber die Unhaltbarkeit dieser Versuche erwiesen, die von ihren eigenen Urhebern früher oder später verlassen wurden.

Gar manches ist freilich auch jetzt noch völlig rätselhaft, vor allem die Wurzelfrage, deren befriedigende Lösung noch gar nicht abzusehen ist. Es ist daher begreiflich, wenn manche Forscher eine zuwartende, wenn nicht ablehnende Stellung gegenüber der Deckenlehre einnehmen. Auf der anderen Seite darf aber auch nicht vergessen werden, daß auch alle anderen Anschauungen, die Rothpletz'sche inbegriffen, ungelöste Schwierigkeiten umfassen. Ohne die enthusiastischen Vorstellungen P. Termier's über die völlige Entschleierung der Alpen zu teilen, wird man nicht umhin können zuzugeben, daß, seitdem H. Schardt zum ersten Male ein Profil der Freiburger Alpen ohne Wurzel veröffentlicht hat, vieles erkannt und manches bisher Unverbundene passend verknüpft wurde. Es hieße die Anforderungen überspannen, wollte man sich mit einer neuen Auffassung erst befreunden, bis sie in allen Stücken einwandfrei dasteht. Auch die Deckenlehre wird wohl noch manchen Wandel durchmachen; das schließt aber nicht aus, daß sie in wesentlichen Gesichtspunkten richtig und ein ersprießliches Hilfsmittel der Forschung sein kann. Die Deckenlehre hat eine gewisse heuristische Kraft bei der Erforschung der Kettengebirge bereits erwiesen. Sie wird daher auch bei der ferneren Erforschung der Ostalpen und infolgedessen auch der Karpathen eine Rolle spielen, welche dauernde Bedeutung auch immer man den bisherigen Versuchen in dieser Richtung zuschreiben mag.

Unzweifelhaft können diese Versuche zu einem befriedigenden Resultate nur führen, wenn sie auf dem breiten und sicheren Boden eines reichen Tatsachenmaterials ausgeführt werden. Gerade einige der grundlegendsten Fragen der ostalpinen Tektonik, wie die nach dem Verlaufe der Wurzelzone, der Bedeutung der Kainachregion der steirischen Zentralzone, der Bedeutung der älteren Faltungsphasen, des Verhältnisses der Flysch- zur Gosauzone können ohne umfassende Studien in der Natur nicht gelöst werden.

Der ostalpinen Geologie erscheint somit der weitere Weg klar vorgeschrieben: Existiert in der Zentral- und der nördlichen Kalkzone der Ostalpen Deckenbau mit nach Norden gerichteter Massenbewegung, so muß er sich auch hier verraten, so ungünstig auch in den Ostalpen die geologischen Verhältnisse im Vergleiche zu den Westalpen für die Erkennung des Deckenbaues liegen mögen. Es ist nicht notwendig, alle Fragen des Deckenbaues heute schon zu beantworten, unerläßlich aber ist es, diese Fragen auf dem Boden der Ostalpen und Karpathen zu verfolgen und neues Beobachtungsmaterial beizubringen.

Das Bedürfnis nach vollständigerem Beobachtungsmaterial herrscht vor allem in den Karpathen; viel mehr noch als in den Ostalpen bildet solches Material in den Karpathen die Vorbedingung einer ersprießlichen Synthese. Aber gerade hier hat sich die Diskussion der Deckentektonik zum Teil schon weit vorgewagt und aus diesem Grunde bin ich genötigt, in den folgenden, der Karpathentektonik gewidmeten Zeilen beträchtlich weiter zu gehen, als es bei der so großen Mangelhaftigkeit des Materials eigentlich ratsam wäre und ich bei Beginn dieser Arbeit beabsichtigte.

II. Die Sandsteinzone der West- und Zentralkarpathen.

Zerlegung der Sandsteinzone in das beskidische und subbeskidische Faciesgebiet.

Die allgemeine Überschiebung der Sandsteinzone an ihrem Außenrande und der Gegensatz zwischen dem sudetischen Vorlande und den karpathischen Falten bildeten bekanntlich die

Hauptausgangspunkte der Auffassungen von E. Suess. Diese geologischen Tatsachen erfordern zu ihrer Erklärung nicht unbedingt Fernüberschiebungen von gewaltigem Ausmaße, sondern können auch durch eine kleinere Überschiebung des ehemaligen sudetischen Randes, wie sie noch 1903 im »Bau und Bild der Karpathen« von mir angenommen wurde, befriedigt werden.

Die Bedeutung der Randüberschiebung erfährt aber eine nicht unbeträchtliche Verstärkung durch die Tatsache, daß die karpathische Sandsteinzone von Nord nach Süd in zwei Faciesgebiete zerfällt, die einander ziemlich unvermittelt gegenüberstehen. Den Verlauf der Grenzlinie habe ich in der zu »Bau und Bild der Karpathen« gehörigen tektonischen Karte der Karpathen darzustellen versucht. Im Laufe meiner Aufnahmetätigkeit in Westgalizien bin ich wiederholt auf diese Gliederung in zwei Faciesgebiete zurückgekommen;[1] später konnte ich sie in Mähren wieder erkennen, während mir für Ostgalizien nur geringe Anhaltspunkte vorlagen. Die Faciesdifferenz prägt sich am schärfsten im Bereiche des Alttertiärs aus: im nördlichen Gebiete herrschen blaugraue Schiefertone nach Art der Septarientone, Menilitschiefer und Hornsteine, sogenannte Kugelsandsteine, Krosnoschichten (in Mähren: Steinitzer Sandstein, Niemtschitzer Schichten), Ciężkowicer Sandsteine (Wama-, Kliwa-, Tisești-, Grudeker Sandsteine) und rote Tone, im südlichen Magurasandsteine, Belovezsaschichten und bunte Tone.

Das nördliche Gebiet ist in Galizien reich an Erdöl, das südliche arm daran, dieses führt wenig Menilitschiefer und wenig und kleine exotische Blöcke, jenes ist reich an Menilitschiefer und führt sehr zahlreiche und große exotische Blöcke. In der Oberkreide ist der Unterschied viel weniger markant, immerhin sind auch hier gewisse Differenzen vorhanden, da die nördliche Facies der Baschker und Friedeker Schichten, der Schichten von Węgierka und Prałkowce sich durch größeren

[1] Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1883, p. 445. — Verhandl. geolog. Reichsanstalt, 1883. p. 216. — Verhandl., 1884, p. 85 bis 88. — Bau und Bild der Karpathen, p. 819. — Siehe auch Tietze, Geogr. Beschr. Krakau, Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1888, p. 11.

Kalkreichtum von den Istebna- und Ropiankaschichten der südlichen Region unterscheidet.

An das Auftreten der südlichen Serie ist eine, bisweilen recht deutlich ausgesprochene orographische Stufe geknüpft, die ich vor Jahren zur Gliederung der Sandsteinzone in das vor- oder subkarpathische Hügelland und das karpathische Bergland benützte. Die Schichtenfolgen selbst besonders zu bezeichnen, dazu fehlte früher ein genügender Anlaß. Heute dagegen erscheint es passend, auch die Gesteinsfolgen mit zusammenfassenden Namen zu versehen und ich werde daher die südliche Serie (Ropiankaschichten, bunte Tone, Belovezsaschichten, Magurasandsteine) als beskidisch, die nördliche (Ciężkowicer Sandsteine, rote Tone, Menilitschiefer, Krosnoschichten, Steinitzer Sandstein, Baschker Schichten, Schichten von Prałkowce und Węgierka) als subbeskidisch[1] bezeichnen.

Längs der ganzen Kontaktlinie dieser beiden Serien fällt überall die subbeskidische Serie unter die beskidische ein. Der Übergang aus einem Gebiete in das andere erfolgt bald unvermittelt, bald stellt sich eine Übergangsregion ein, in der Gesteine beider Serien nebeneinander vorkommen. Seitliche Übergänge scheinen aber mit diesem Nebeneinandervorkommen nicht verbunden zu sein.

Bei der außerordentlichen Fossilarmut der Sandsteinzone läßt sich auf dem paläontologischen Wege nicht feststellen, ob das beskidische Alttertiär genau denselben stratigraphischen Umfang besitzt wie das subbeskidische. Es ist aber höchstwahrscheinlich, daß diese beiden Serien mindestens teilweise altersgleich sind. Wäre das nicht der Fall, so müßte das ganze

---

[1] Der Magurasandstein bildet das Hauptgestein sowohl der Ost- wie der Westbeskiden, daher erscheint der Name beskidisch für die südliche Serie ganz passend. Die Bezeichnung subbeskidisch für die nördliche Serie entspricht nicht nur dem orographischen Verhältnisse, sondern vermutlich auch der geologischen Lagerung. Wer übrigens an Stelle dieser Bezeichnungen Namen vorzieht, die auf den Schichtenbestand hindeuten, könnte die Schlagworte: Magurasandsteinserie und Menilitschieferserie verwenden. Zwar kommen Menilitschiefer auch in der Maguraserie vor, allein nur vereinzelt oder in geringer Mächtigkeit und meistens nicht so typisch ausgebildet wie in der subbeskidischen Region.

subbeskidische Alttertiär geologisch älter sein als das beskidische und das ist bei dem Umstande, daß gerade im subbeskidischen Alttertiär das Oligocän stark hervortritt, kaum möglich.[1]

Somit haben wir mit dem Umstande zu rechnen, daß in der karpathischen Sandsteinzone zwei wesentlich altersgleiche, faciell aber etwas verschiedene Schichtenfolgen einander überlagern. Das kann aber wohl nur durch eine Überschiebung erklärt werden, welcher bisher allerdings nur eine vorwiegend lokale Bedeutung im Sinne der die Sandsteinzone beherrschenden Schuppenstruktur zugeschrieben wurde. Wenn wir uns aber vergegenwärtigen, daß diese Überschiebung der beskidischen auf die subbeskidische Schichtenfolge längs der ganzen Sandsteinzone vor sich geht, wenn wir ferner bedenken, daß später zu besprechende Tiefbohrungen am Rande des mährisch-schlesischen Kohlenbeckens ebenfalls für eine Fernüberschiebung sprechen, so können wir die Möglichkeit, daß es sich hier um eine große Deckenüberschiebung handeln könnte, nicht in Abrede stellen und wollen daher versuchen, die geologischen Verhältnisse unter der Annahme, daß die beskidischen Gesteine als Decke die subbeskidischen überlagern, in Betracht zu ziehen.

Die Zusammensetzung der beskidischen und subbeskidischen Decke.

Das beskidische Alttertiär liegt in Schlesien mit südlichem Schichtfallen auf den senonen Istebner Schichten; diese ruhen auf den Godulasandsteinen und diese auf der schlesischen Unterkreide; unter die Unterkreide aber fallen, wie zuerst Hohenegger dargetan hat, jene Alttertiärbildungen ein, die wir hier als subbeskidisch bezeichnen. Aus diesen Lagerungsverhältnissen geht hervor, daß die schlesische Unterkreide zur beskidischen Decke einzubeziehen ist und mit der Unterkreide auch das damit eng verbundene Stramberger Tithon.

---

[1] Bau und Bild der Karpathen, p. 835.

Ältere Gesteine als Tithon hat die beskidische Decke bisher nur in Mähren und auch da nur in Blöcken und Klippen geliefert, aus denen man aber mindestens die Juraformation mit ziemlicher Vollständigkeit gleichsam rekonstruieren kann. Wir haben da zu verzeichnen: Grestener Schichten mit mittelliasischen Versteinerungen (Freistadtl), gelbliche Mergelschiefer mit *Posidonomya alpina* und Perisphincten des braunen Jura (Marsgebirge),[1] gelbliche Kalke mit gelblichgrauen Spongitenhornsteinen, rote Knollenkalke mit zahlreichen Cardioceren (besonders *C. cordatum*) und einer reichen Ammonitenfauna des Oxford (Cetechowitz), graue Oxfordkalke mit *Aspidoceras* (Koritschan) und Perisphincten (Freistadtl), endlich Inwalder, Stramberger und Kurowitzer Kalke (Unter- und Obertithon). Triadische Spuren sind bisher nicht nachgewiesen, wohl aber Quarzite und andere anscheinend alte Felsarten, ferner verschiedene Granite und kristalline Schiefer. Diese Granite und kristallinen Gesteine erscheinen zuerst in den Ellgother Schichten (oberes Aptien), dann in den Istebner Schichten und endlich im Magurasandstein. Diese letztere Bildung ist aber nur in Mähren blockreich, in Galizien scheinen namentlich größere Blöcke im beskidischen Magurasandstein zu fehlen.

Was die Zusammensetzung der subbeskidischen Decke betrifft, so wissen wir, daß die Unterkreide in schlesischer Ausbildung auch im subbeskidischen Gebiete in mehreren längeren und kürzeren Zügen, zum Teil auch an der Basis der Decke auftritt und daß hier auch Stramberger Kalk in kleineren Klippen und zahllosen Blöcken und Geschieben vorkommt. Wir müssen daher Unterkreide und Tithon auch der subbeskidischen Decke zuordnen. Die älteren Juragesteine dagegen sind in karpathischer Facies in dieser Decke noch nicht sicher erwiesen, wohl aber zahlreiche und große Blöcke von älteren Felsarten, von denen man einzelne mit ziemlicher Sicherheit als sudetisch ansprechen kann, wie z. B. die Kohlenkalkblöcke mit *Productus*,[2] die Carbonsandsteinblöcke mit Kohlen-

[1] Oppenheimer, Verhandl. geolog. Reichsanstalt, 1906, p. 135.

[2] Niedźwiedzki, Beitr. z. Kenntnis d. Salzform. v. Wieliczka und Bochnia. Lemberg, p. 40. — Uhlig, Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1888, p. 238.

pflanzen und Kohlenflözteilen,[1] wohl auch Oberdevon mit *Spirifer Verneuili*[2] und Jurakalk mit *Perisphinctes*[3] und die kürzlich von Wójcik entdeckten Jura-, Trias- und Carbongesteine von Przemyśl, auf die wir noch zurückkommen werden.

Wie die schlesische Unterkreide ausschließlich den beskidischen Decken vorbehalten ist und sich in keinem anderen Teile der Karpathen wiederholt, so zeigen, wenn auch in geringerem Grade, auch die jurassischen Bildungen dieser Decken eine bemerkenswerte Selbständigkeit und Beschränkung auf diese Decken.

Stramberger und Inwalder Kalke fehlen in typischer Ausbildung sowohl in der südlichen Klippenzone wie auch in den Kerngebirgen,[4] desgleichen die Cordatenfauna von Cetechowitz, die gelblichen Kalke mit Spongienhornsteinen und die gelblichen Mergelschiefer mit *Posidonomya alpina*. Letztere haben nur wenig Ähnlichkeit mit den Posidonienschiefern der Hornsteinkalkfacies der Klippenzone, etwas mehr vielleicht mit den Doggerschichten der Ostkarpathen. Grestener Schichten kommen zwar auch in der Klippenzone und in den Kerngebirgen vor, weichen aber hier in petrographischer Beziehung etwas ab und scheinen nicht dem Mittel-, sondern dem Unterlias anzugehören, soweit man nach dem jetzt vorliegenden Material urteilen kann. Jedenfalls sind also auch die jurassischen Gesteine der beskidischen und der subbeskidischen Decke durch eine gewisse Eigenart ausgezeichnet und können weder auf die pieninischen noch auf irgend eine andere Decke der Karpathen bezogen werden.

---

[1] Vergl. die Angaben von Hohenegger und Hohenegger und Fallaux, ferner E. Tietze, Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1891, p. 24 bis 33.

[2] Hohenegger, Geogr. Karte d. Nordkarpathen, p. 35.

[3] Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1888.

[4] Die subtatrische Zone des Zjargebirges enthält fossilfreie weiße und gelbliche Kalke, die nach ihrer Lagerung als tithonisch aufgefaßt werden können und eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Stramberger Kalk aufweisen, allein es wäre eine Verkennung des Wesens facieller Unterschiede, wollte man diese Kalke als Stramberger Kalke bezeichnen. In der südlichen Klippenzone stellte Neumayr in einer Klippe in Palocsa (Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1871, p. 516, 517) eine Stramberger Fauna fest; das Gestein und die Gesamtfacies entsprechen aber nicht dem Stramberger Kalk.

Die Tektonik der beskidischen Decke.

Die Lokaltektonik der beskidischen Decke besteht bekanntlich in einem ausgesprochenen Schuppenbau mit südlich geneigten Schuppen. Nur im südlichsten Teile der beskidischen Decke, der vorherrschend aus mächtigem Magurasandstein zusammengesetzt ist, scheint normale Faltung zu herrschen. Die Wechselflächen, welche die einzelnen Schuppen voneinander trennen, scheinen vorwiegend eine ziemlich steile Lage zu haben, sind aber leider in der Natur bei der geringen Tiefe und Mangelhaftigkeit der Aufschlüsse der Sandsteinzone nur äußerst selten unmittelbar zu sehen.[1]

Ebenso ist auch die große Deckenschubfläche bisher kaum irgendwo deutlich direkt beobachtet worden. Da sie eine flachere Lage haben muß als die kleineren Wechsel, so dürften sich diese zu jener ungefähr ähnlich verhalten wie die minor- und major-thrusts zu den maximum-thrusts der großen westschottischen Überschiebung (siehe Tafel I, Fig. 1 und 2).

Irgend etwas, was man als Stirnwölbung deuten könnte, ist am Vorderrande der beskidischen Decke nicht beobachtet. Die plastische und zugleich brüchige Beschaffenheit des Flyschmaterials macht es von vornherein nicht wahrscheinlich, daß deutliche Stirnwölbungen sich beim Vorschub behaupten konnten; überdies ist der Vorderrand ein Denudationsrand und so ist über die Beschaffenheit der ehemaligen Stirnregion kein unmittelbarer Aufschluß möglich.

Im Bereiche der beskidischen Decke kommen nur selten die obercretacischen Schichten zu Tage, wie z. B. im Saros-Gorlicer Gebirge. Die untercretacischen und jurassischen Felsarten dagegen sind ausschließlich auf den Außenrand, die Grenze zwischen beskidisch und subbeskidisch beschränkt (vergl. die tektonische Karte). In dieser Lage

---

[1]) Sehr scharf und bestimmt waren die Wechselflächen in den ehemaligen schlesischen Toneisensteingruben aufgeschlossen. So sind z. B. die Wechselflächen, die in meinem Durchschnitte von Ober-Ellgoth in Schlesien verzeichnet sind (Bau und Bild der Karpathen, p. 207), vom Schichtmeister Rakus und mir direkt beobachtet.

sind sie mit Unterbrechungen von Cetechowitz und Zdounek bei Kremsier in Mähren bis nach Rajbrot und Rzegocina in Galizien nachweisbar.

Der Jura erscheint nur in Form von großen Blöcken und tektonischen Klippen, die ringsum von Brüchen und Quetschflächen begrenzt und von konglomeratischem Marchsandstein bedeckt sind (vergl. die Lokalprofile in »Bau und Bild der Karpathen«, p. 198, 198, 208).

Im Sinne des Deckenbaues kann man sie nur als abgerissene und abgescherte Fragmente des zurückgebliebenen jurassischen Kernes der beskidischen Decke auffassen, die von den jüngeren Schichten an ihrer Basis da und dort mitgeschleppt wurden. Dabei konnte es wohl geschehen, daß sie gelegentlich ganz in den Marchsandsteinen aufgenommen (z. B. Cetechowitz), gelegentlich ein wenig in die subbeskidische Decke herabgedrückt wurden (z. B. in Kurowitz). Es ist wohl verständlich, daß nur wenige von diesen Jurafetzen bis in die Stirnregion gelangten.

Man kann sich wohl auch vorstellen, daß sie auf ihrem langen Wege die Unterkreidebildungen abstreiften und nun direkt an Marchsandstein grenzen, während in geringer Entfernung davon (z. B. in Zdounek bei Cetechowitz) echtes Mittelneokom an der Überschiebungsfläche hervorkommt. Da aber die umgrenzenden Sandsteine außerordentlich zahlreiche Blöcke von Jurakalk und kristallinen Gesteinen umschließen, deren Geschiebenatur nicht zweifelhaft sein kann, so muß man im Sinne meiner früheren Deutung auch tiefgehenden Denudationsvorgängen eine wichtige Rolle bei der Entstehung dieser Klippen zuschreiben. Die Bedeutung und Allgemeinheit dieser Denudationen geht übrigens nicht nur aus dem Geschiebereichtum des Marchsandsteins, sondern auch aus dem Vorkommen von Tithongeschieben im Grodischter Sandstein (Mittelneokom), von Tithon- und Granitgeschieben in den Ellgother Schichten (oberes Aptien) und aus der Blockführung der Istebner Schichten (Senon) hervor.

Der Tithonkalk erscheint nur in Stramberg und in der Zone der längst abgebauten schlesischen Blockklippen, die vermutlich zum Teil nur kleine Miniaturriffe in den geologisch

gleichalterigen Unteren Teschener Schiefern gebildet haben, in enger Verbindung mit dem Neokom.[1] In Inwald ist das Tithon von Ellgother Schichten an einer gut aufgeschlossenen scharfen Schubfläche überschoben und liegt selbst auf jüngeren, vermutlich alttertiären, subbeskidischen Tonen mit kristallinen Blöcken. In Roczyny treten blockführende, vermutlich der Oberkreide zugehörige Mergel als Umhüllung des von Brüchen begrenzten Tithonkalkes auf (siehe Bau und Bild der Karpathen, p. 208).

Wäre auch eine genauere Kenntnis der so spärlichen und leider meist sehr unvollständig aufgeschlossenen Juraklippen an der beskidischen Stirn erwünscht, so kann man doch sagen, daß die tatsächlichen Kenntnisse mit der Annahme der Überschiebung in Übereinstimmung zu bringen sind.

Auch das Neokom erscheint an der Überschiebungsfläche zum Teil in Form kleiner Klippen. Das ist der Fall in Zdounek in Mähren und besonders schön in Rzegocina, Kamionna und Rajbrot in Westgalizien.[2] Am Südrande der Neokomvorkommen von Rzegocina, die ich schon vor Jahren als eine Klippenzone angesprochen habe, erheben sich beskidische Magurasandsteine, den Nordrand nehmen subbeskidische Ciężkowicer Sandsteine ein, zwischen den Neokomklippen liegen bunte Tone, wohl subbeskidischer Herkunft, die mit dem Neokom parallel gelagert sind. Die Hauptmasse der Unterkreide bildet allerdings in Schlesien und in den benachbarten Teilen von Mähren und

---

[1] In Stramberg vollzieht sich der Übergang des Tithons in die Unteren Teschener Schiefer in eigentümlicher Weise; bald dringen förmliche Adern und Röhren von Unterem Teschener Schiefer in den weißen Kalk ein, bald löst sich dieser, ähnlich wie gewisse Südtiroler Dolomitriffe, in unregelmäßige, in den schwarzen Schiefer übergehende Fragmente auf. Vielleicht würden manche Beobachter auch hierin Druckwirkungen erblicken. Für die großen Fragen der Tektonik ist dies aber von untergeordneter Bedeutung. Jedenfalls bilden in Stramberg Tithon und Neokom Teile einer größeren geologischen Einheit und die klippenartige Erscheinung des Stramberger Kalkes ist hauptsächlich auf den Härteunterschied zwischen dem Kalk und dem weichen tonigen Unteren Teschener Schiefer und der Oberkreide zurückzuführen (vgl. Bau und Bild der Karpathen, p. 203).

[2] Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1888. — Bau und Bild der Karpathen, p. 210.

Galizien ein großes geschlossenes Gebirge, dessen geologische Position aber von der der kleineren Klippen in keiner Weise abweicht; es trägt auf seinem Rücken im Süden die jüngeren beskidischen Gesteine und wird an der Stirn im Norden von subbeskidischen Gesteinen unterteuft.

Das Hervortreten einer so großen Masse älterer Gesteine in der Stirnzone einer Decke ist auffallend, bleiben doch sonst die älteren Teile der Decken in den inneren Partien des Gebirges zurück. Warum hier eine solche Ausnahme von der Regel eintrat, ist schwer zu beurteilen, daß es aber eine Ausnahme ist, geht wohl aus dem Umstande hervor, daß die Unterkreide nur hier in Schlesien und in den mährischen und galizischen Grenzbezirken, also nur in einem sehr kleinen Teile des riesigen beskidischen Bogens zum Vorschein kommt. Der Mangel der Unterkreide in dem größten Teile der beskidischen Stirnlinie in Galizien wird nun jedenfalls besser verständlich als vordem.

In Schlesien ist der Vorderrand der Unterkreide geschlossen; dagegen greift das subbeskidische Alttertiär an der mährisch-schlesischen Grenze und in Mähren tief in die beskidische Unterkreide ein, diese löst sich an ihrem Vorderrand in mehrere kleinere Inseln auf, die ringsum von subbeskidischem Alttertiär und Oberkreide umgeben sind. Bisher wurden diese Inseln als Kerne von schiefen, an ihrem Nordrande überschobenen Antiklinalen aufgefaßt. Zieht man aber alle die einzelnen Überschiebungen in eine große, einheitliche Überschiebung zusammen, so gewinnt das geologische Bild nicht nur an Größe, sondern auch an Einfachheit. Die Unterkreide überlagert als eine riesige Scholle mit flacher Schubfläche das subbeskidische Alttertiär, das überall zum Vorschein kommt, wo die Denudation die auflagernde Unterkreidescholle abgewaschen hat. Es ist nun verständlich, warum das subbeskidische Alttertiär so tief in die Täler eingreift, während die benachbarten Höhen von der Unter- und Mittelkreide eingenommen sind (vergl. die tektonische Karte, und Taf. I, Fig. 1 und 2).

Für die Annahme einer großen Fernüberschiebung sprechen Beobachtungen, die H. Beck in jener Inselregion, und zwar in

der Gegend von Braunsberg im Sommer 1905 ausgeführt hat.[1] Er fand hier das subbeskidische Alttertiär 500 *m* weit als Basis des Neokom so deutlich aufgeschlossen, daß die völlige Unterlagerung der Neokominsel durch das Alttertiär die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat. Noch lauter sprechen für die große Überschiebung die höchst wichtigen und interessanten Ergebnisse der Tiefbohrungen von Paskau und Pogwisdau, über die kürzlich W. Petraschek berichtet hat. Die erste erreichte das Carbon in zirka 400 *m* und durchsank bis über 1000 *m* eine flözreiche Serie; die zweite stieß bei 745 *m* ins Kohlengebirge. Beide Bohrungen trafen lediglich alttertiäre Schichten an, obwohl beide am Rande der Unterkreide angesetzt sind.[2]

Diese Ergebnisse zwingen uns zu dem Schlusse, daß die beskidische Unterkreide auf dem subbeskidischen Tertiär nur obenauf schwimmt und daß auf dem autochthonen Carbon und seiner autochthonen tertiären »Auflagerung« unmittelbar die subbeskidischen Gesteine aufruhen und daher aufgeschoben sein müssen. Bei dieser Überschiebung wurden gelegentlich Blöcke vom carbonen Untergrunde abgerissen, in die überschobenen alttertiären Tone eingewickelt und mitvorgeschoben. Das ist wohl die Bedeutung jenes merkwürdigen Riesenblockes von Hustopetsch bei Mährisch-Weißkirchen, von dem D. Stur[3] berichtet, daß er 26.000 *q* Steinkohle enthalten habe.

Die Bohrungen von Pogwisdau und Paskau haben gezeigt, daß die Mächtigkeit des subbeskidischen Alttertiärs an seiner jetzigen Stirn nicht so groß ist, um die praktische Ausbeutung des darunter liegenden Carbons zu verhindern. Man darf daher mit der Möglichkeit rechnen, daß die Mächtigkeit des subbeskidischen Alttertiärs auch in den verschiedenen »Fenstern« am Fuße der schlesischen Beskiden sich in ähnlichen Grenzen

---

[1] Ich verdanke diese Angabe einer freundlichen mündlichen Mitteilung des Herrn Dr. Beck.

[2] Die Überlagerung im mährisch-schlesisch-westgalizischen Steinkohlenrevier. Verhandl. geolog. Reichsanstalt, 1906, p. 362. Ob die tiefere, das Carbon unmittelbar überdeckende Partie der »Überlagerung« zum subbeskidischen Alttertiär oder zum Schlier gehört, ist wohl noch nicht entschieden.

[3] Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1891, p. 5.

bewegen und daher an einzelnen Punkten dieser Fenster ebenfalls die Erreichung und Ausbeutung des Kohlengebirges ermöglicht sein werde. So erfahren die genialen Ausführungen von E. Suess[1] über die Überschiebung des sudetischen Carbons durch die Karpathen eine glänzende Bestätigung. Dem mährisch-schlesischen Kohlenreviere eröffnet sich die Aussicht auf eine neue Zukunft.

Berücksichtigt man die Höhenlage der verschiedenen subbeskidischen Fenster, besonders der alttertiären Fenster am Fuße des Jaworowi und der Godula, im Olsatale bis zum Jablunkauer Passe und im Saybuscher Kessel, so ergibt sich, daß die Überschiebungsfläche eine verbogene Form haben, etwa am Jablunkauer Passe kulminieren und sich von da nach Norden im allgemeinen senken muß (siehe Fig. 1 und 2).

Am Jablunkauer Passe liegt das beskidische Alttertiär (möglicherweise der Istebner Sandstein)[2] unmittelbar auf dem subbeskidischen Alttertiär, während sich zu beiden Seiten des breiten Olsatales die beskidische Kreide erhebt. Daher muß also hier mindestens eine Strecke weit die Kreide zwischen dem beskidischen und dem subbeskidischen Alttertiär größtenteils oder selbst gänzlich ausgequetscht sein und dasselbe gilt für den Saybuscher Kessel, in dem die stark gequälte Neokomscholle des Berges Grojec nur einen Teil der Überschiebungsgrenze einnimmt. Vielleicht repräsentiert sogar das ganze Unterkreidegebirge Schlesiens nur eine nach Süden von ihrer Wurzel gänzlich abgeschnittene Scholle und in diesem Falle wäre die Analogie mit den kleinen, als Klippen bezeichneten Neokom- und Juravorkommnissen eine vollständige.

---

[1] Antlitz der Erde. I, p. 247.

[2] Am Jablunkauer Passe liegen zwischen dem zweifellosen subbeskidischen Alttertiär mit Menilitschiefern im Norden und den ebenso zweifellosen beskidischen bunten Schiefern und Magurasandsteinen im Süden helle, massig-mürbe Sandsteine, die zwar von Hohenegger als tertiär ausgeschieden wurden, möglicher Weise aber doch zum Istebner Sandstein gehören. In diesem Falle wäre die Kreide am Passe nicht vollständig, sondern nur bis auf die wenig mächtige Istebner Sandsteinplatte reduziert. Es ist das aber eine Frage von lokaler Bedeutung, deren Lösung nur auf Grund neuer Begehungen erfolgen kann.

Das schlesische Neokom enthält bekanntlich eine große Anzahl von basischen Lagergängen. Es liegt nahe, hierin eine Art von »lames intrusives« zu erblicken, wie sie die lepontinische Decke der Alpen auszeichnen.

Das dürfte aber hier vermutlich nicht der Fall sein, denn sie treten nicht längs der Schubfläche und in unregelmäßig begrenzten Massen auf, wie das von den lepontinischen lames intrusives angegeben wird, sondern erscheinen sehr regelmäßig als echte Lagergänge zwischen den Unterkreideschichten, die sie verhältnismäßig stark verändert haben.[1]

Schneiden die Neokomschichten nach unten an der Schubfläche ab, so muß das wohl auch für die Teschenit- und Pikrit-Sills gelten. Ihr eigentliches Herkunftsgebiet liegt weit im Süden und so erklärt es sich zwanglos, warum das subbeskidische Alttertiär trotz seiner für Intrusionen einladenden Beschaffenheit keinen Teschenit und Pikrit führt. Der Mangel der Teschenite im subbeskidischen Alttertiär kann nun auch keinen Grund mehr bilden, die Intrusion für untercretacisch zu erklären; sie könnte auch obercretacisch oder tertiär sein, wenn sie nur vor der Überschiebung erfolgte.

Fortsetzung der beskidischen Decke nach Osten und Westen.

Über den näheren Verlauf des beskidischen Vorderrandes in Mittel- und Ostgalizien liegen keine speziellen Untersuchungen vor; die Linie, welche in »Bau und Bild der Karpathen« und in dem hier beigeschlossenen Kärtchen verzeichnet ist, kann daher nur zur allgemeinen Orientierung dienen. Sicher ist sie in Wirklichkeit nicht so einfach, wie hier angenommen ist, sondern es dürften der geschlossenen beskidischen Decke da und dort beskidische Überdeckungsschollen im subbeskidischen Gebiete vorliegen, wie auch möglicherweise subbeskidische Fenster im beskidischen Gebiete existieren könnten.[2]

---

[1] Vergl. Bau und Bild der Karpathen, p. 247.

[2] Ich vermute das auf Grund von Beobachtungen in der Gegend zwischen Ropa und Grybów und bei Tymbark in Westgalizien, die ich in den Jahren 1883 und 1884 ausführen konnte. Diese Verhältnisse müßten durch neuerliche Untersuchungen im Felde sichergestellt werden.

Im äußersten Osten der Sandsteinzone, im Czernahoragebirge Ostgaliziens und in der Bukowina, müssen wir die Zone der Schipoter Schichten und der Czernahorasandsteine als Fortsetzung der beskidischen Zone betrachten, wenn auch der Zusammenhang noch nicht durch Verfolgung der Felsarten im Gebirge genügend sichergestellt ist. Die Gesteinsfacies zeigt hier schon namhafte Abweichungen; immerhin kann man das Auftreten von Neokom in der Facies der Karpathensandsteine in den Ostkarpathen als Analogie mit den Verhältnissen im Westen hinstellen. Wir kommen übrigens auf dieses Gebiet bei der Besprechung der Ostkarpathen zurück.

Nach Westen hin bildet die Region der sogenannten Marchsandsteine in Mähren die unmittelbare Fortsetzung der Magurasandsteine Westgaliziens. Der Marchsandstein zeichnet sich durch besonderen Blockreichtum aus, der zwar hauptsächlich in der Randzone konzentriert, aber gelegentlich auch etwas weiter nach innen bemerkbar ist. Ein sehr interessantes Beispiel bildet hier die Lokalität Freistadtl. Die hier auftretende und durch das Vorkommen von Grestener Sandsteinen und eine ganze Musterkarte verschiedener kristallinen Gesteine ausgezeichnete Blockbildung enthält große, unregelmäßig gestaltete Massen von weißem Oxfordkalk mit Perisphincten, die einen viele Jahre währenden Steinbruchbetrieb alimentierten. Diese Blockbildung ist zwar von Geschiebe führenden Schichten umfaßt, erweckt aber nicht den Eindruck einer Geschiebeablagerung. Vielmehr sind die Blöcke hier eckig oder nur kantenbestoßen und so dürfte man es hier vermutlich mit einer Bildung von wesentlich tektonischer Entstehung zu tun haben. Einzelne größere Überschiebungsschollen scheinen in eine wahre Spreu von kleineren, die Schubbahn bezeichnenden, eckigen Trümmern und Fetzen eingehüllt zu sein.[1] Wenn diese Auffassung richtig ist, wäre wohl entweder anzunehmen, daß sich die Schubbahn bei Freistadtl etwas hebt, so daß hier die Schubsplitter an die Oberfläche gelangen konnten, oder daß die

[1] Die Bezeichnung »tektonische Moräne«, die Limanowski auf die südliche Klippenzone übertragen hat, könnte vielleicht auf diese Blockbildung angewendet werden.

Schubsplitter von einer sekundären Verschiebung erfaßt und an einer kleineren Schubfläche nach oben gezogen wurden. Die Hauptschubfläche dürfte hier einen welligen Verlauf haben, ähnlich wie in Schlesien.

Verschieden vom mährischen Marchsandstein erweist sich das beskidische Alttertiär in Galizien als frei von Blöcken des sudetischen Untergrundes, während das subbeskidische Alttertiär daran reich ist. Früher wurde das mit der größeren oder geringeren Entfernung vom ehemaligen sudetischen Ufer erklärt. Vom Standpunkte des Deckenbaues wird man den Blockmangel des beskidischen Alttertiärs als Folge des Umstandes ansehen können, daß sich nur die subbeskidische Zone in direktem Kontakt mit der autochthonen Unterlage befindet, nicht aber die beskidische. Findet man nun, wie bemerkt wurde, im mährischen Marchsandstein eine große Menge von vermutlich aus dem Untergrund stammenden Blöcken, so könnte diese Ausnahme durch die Vorstellung erklärt werden, daß sich hier die beskidische Decke durch die subbeskidische bis auf den Untergrund hindurchgearbeitet hat.

Am Südrande des Marsgebirges verschwindet die beskidische Decke unter den jungtertiären Bildungen des Wiener Beckens. In der Streichungsfortsetzung tauchen im Rohrwalde in Niederösterreich nördlich der Donau die Greifensteiner Sandsteine auf, die den Marchsandsteinen sehr ähnlich sehen. Man kann daher vermuten, daß die Greifensteiner Sandsteine die Fortsetzung der Marchsandsteine und daher auch der beskidischen Decke bilden. Zu dieser Decke würden in den Nordalpen auch die obercretacischen Gesteine des Bisamberges und Kahlenberges gehören, die in Mähren nach den Aufnahmen von Paul bei Wessely a. M. wiederkehren und den Ropianka- und Istebnaschichten der östlichen Region entsprechen. Da man nun guten Grund hat, diesen Teil der alpinen Sandsteinzone als Fortsetzung der helvetischen Region der Schweiz aufzufassen, so ergibt sich die weitere Schlußfolgerung, daß auch die beskidische Decke der Karpathen vermutlich dem helvetischen Deckenverbande gleichzustellen ist.

Tektonik der subbeskidischen Decke.

Die geologischen Verhältnisse der subbeskidischen Decke zeigen im allgemeinen die größte Analogie mit der beskidischen Decke. Auch hier herrscht isoklinales Südfallen der Schichten vor, hauptsächlich wohl durch Schuppenstruktur bedingt. Der Vorderrand entspricht der altbekannten Überschiebung der Sandsteinzone über das altmiocäne Salzgebirge. Wie der beskidische bildet auch der subbeskidische Vorderrand eine Denudationslinie; in beiden Decken fehlen Stirngewölbe. Gleich der beskidischen führt auch die subbeskidische Decke an ihrer Sohle oder nahe der Sohle Blöcke mit sich, die am Stirnrande zum Vorschein kommen und in einzelnen Fällen vielleicht unmittelbar auf den Salzton geschoben zu sein scheinen. Vorwiegend sind es Tithonblöcke mit karpathischen Merkmalen, vermutlich vorgeschobene Splitter der Deckenbasis. Daneben aber kommen auch Tithonblöcke in Verbindung mit Felsarten der autochthonen Unterlage vor, wie z. B. in Krasna in der Bukowina, oder lediglich abgescherte Fetzen der Unterlage (Grünstein von Ojtos, Carbonblock von Hustopetsch, Granitblock von Bugaj).[1]

Der Überschiebungsrand, der im beigeschlossenen Kärtchen nur schematisch angegeben werden konnte, dürfte in Wirklichkeit namentlich in Ostgalizien einen viel verwickelteren Verlauf haben; neuere Studien, wie die von Grzybowski, Szajnocha und Miączyński über Boryslaw, geben eine Vor-

---

[1] Während des Druckes kommt mir eine sehr interessante Arbeit von K. Wójcik über die Klippen von Kruhel bei Przemyśl zu, die hier leider nicht mehr näher benützt werden konnte. Wójcik konnte in Kruhel Carbonkalkblöcke, Triaskalkblöcke, Braunjura-Oolithe, ferner graue Oxfordkalke mit einer ausgezeichneten Cordatenfauna von zweifellos sudetischem, außerkarpathischem Typus nachweisen. Man könnte geneigt sein, diese Blöcke für abgescherte Teile der autochthonen Unterlage anzusehen; sie sollen allerdings gerundet sein. Herr Dr. Wójcik war so freundlich, mir sein Material zur Ansicht zu senden und ich kann auf Grund dessen die Übereinstimmung mit den sudetisch-polnischen Gesteinen vollauf bestätigen. — Exotica Flischowe kruhela wielkego koła Przemyśla, Berichte der physiographischen Kommission der Krakauer Akademie der Wissenschaften, 42. Bd., p. 3.

stellung davon, wie schwierige Aufgaben die Detailforschung hier zu lösen hat.

Neokom und Unterkreide sind indessen im Bereiche der subbeskidischen Decke nicht bloß auf den Außenrand beschränkt, sondern treten auch im mittleren Teile dieser Decke auf, wie z. B. am Liwocz in Mittelgalizien, bei Domaradz, bei Leszczyny. Limanowski betrachtet diese Vorkommnisse als Überschiebungszeugen der von ihm als selbständige Decke aufgefaßten schlesischen Kreide. Daß solche neokome Überschiebungszeugen, die auf subbeskidischen Gesteinen schwimmen, in Westgalizien ebensogut vorkommen können wie an der mährisch-schlesischen Grenze, ist gewiß zuzugeben; aber die Neokombänder von Wieliczka, Bochnia, Okocim, Liwocz u. s. w. bilden schmale, südlich geneigte Schichtenpakete, die zwischen isoklinalen subbeskidischen Schichten lagern und daher, als Überschiebungszeugen aufgefaßt, sämtlich nach Süden zurückgreifende Rückfalten schlagen müßten. In dieser Allgemeinheit wäre diese Erscheinung unwahrscheinlich.

Das Auftreten des Neokoms im subbeskidischen Hügellande läßt vielmehr vermuten, daß diese Formation schräg von unten heraufkommt und einen regelrechten Bestandteil der subbeskidischen Schichtenfolge bildet. Wie das Tithon gehört eben auch das Neokom zur subbeskidischen Decke, die ja mit der beskidischen Decke sehr nahe verwandt ist. Die subbeskidische Decke scheint durch schräge Wechselflächen in eine Reihe von Schuppen zu zerfallen, ähnlich wie die beskidische, und es dürften die stärksten dieser Wechsel sein, an denen das Neokom vorgeschoben ist. Wenn diese Auffassung richtig ist, könnte man von Teilungen der subbeskidischen Decke sprechen.

Die subbeskidischen Gesteine scheinen im Streichen geringeren Veränderungen zu unterliegen als die beskidischen, denn man kann sie mit fast gleichbleibenden Merkmalen einerseits bis in den Steinitzer Wald und das Auspitzer Bergland in Mähren, andrerseits über die Bukowina und die Moldau bis an das südöstliche Ende des Sandsteinbogens verfolgen.

Um so markanter ist die Verschiedenheit jener exotischen Blöcke und Geschiebe, die vom autochthonen Untergrunde abhängen; an Stelle der granitischen und mannigfaltigen anderen

Felsarten des westlichen und mittleren Teiles der subbeskidischen Zone treten im Osten oft besprochene eintönige Grünsteine und Grünschiefer.[1]

Die niederösterreichisch-südmährischen Inselberge.

Die subbeskidische Decke, die in Mähren in der altbekannten Menilitschieferregion von Nikoltschitz noch breit entwickelt ist und im Bogen weit nach Westen ausladet, geht an der Thaya ziemlich unvermittelt zu Ende; statt ihrer tauchen südwärts aus vorwiegend flacher miocäner Ebene die oberjurassischen Inselberge auf. Durch ihre nordöstliche, in die Karpathensandsteine des Auspitzer Berglandes gleichsam hineinzielende Streichungsrichtung behaupten sie eine gewisse Zugehörigkeit zum Karpathenbogen, wofür auch das wenngleich spärliche Vorkommen von Menilitschiefer an der Außenseite der Polauer Berge zu sprechen scheint. Anderseits deutet manches auf den von E. Suess in den Vordergrund gestellten Anschluß an die böhmische Masse hin. So erscheint die im Zuge der Inselberge gelegene Granitklippe des Waschberges bei Stockerau als Ausläufer der Brünner Intrusivmasse. An diesen Eckpfeiler schließen sich die bekannten Waschbergkonglomerate und Nummulitenkalke und die Schichten von Bruderndorf als autochthone Küstenbildung der mittel- (?) und obereocänen Zeit an. Größere, da und dort verstreute Anhäufungen von Granitstücken lassen die Nähe des alten Untergrundes vermuten, auf dem sich die Juragesteine zwischen Niederfellabrunn und Nikolsburg abgesetzt haben.[2]

Die Fauna von Ernstbrunn, nach O. Abel tithonisch, zeigt alpine Beziehungen, ist aber nicht exquisit alpin, da ja die fränkischen außeralpinen Diceratenkalke eine faciell sehr ähnliche Fauna führen. Der Fauna von Niederfellabrunn verleihen zwar zahlreiche *Phylloceras* und *Lytoceras*, sowie *Perisphinctes scruposus*, eine Stramberger Art, ein alpines Gepräge, allein das Sediment erinnert eher an mitteleuropäische Bildungen. Die tiefere mergelige Schichtengruppe der Polauer Berge mit

---

[1] Vergl. Bau und Bild der Karpathen, p. 837.

[2] Siehe Bau und Bild der Karpathen, p. 846.

ihren kleinen Brachiopoden und Seeigeln zeigt vollends eine ausgesprochene Hinneigung zur mitteleuropäischen Provinz. Alles in allem genommen könnte man also den Jurabildungen zwischen Niederfellabrunn und Nikolsburg einen intermediären Charakter zusprechen, der mit einer Zwischenstellung oder einem Übergange aus der alpinen in die außeralpine Provinz recht gut vereinbar ist. Es wird nicht gut angehen, sie unmittelbar den Jurabildungen von Brünn anzureihen, denn diese letzteren zeigen den mitteleuropäischen Charakter doch beträchtlich stärker ausgeprägt und gehören dem Kelloway und Oxford an, Stufen, die in der Region der Inselberge noch nicht bekannt sind. Endlich liegen die Brünner Jurabildungen flach oder horizontal, während die Inselberge eine ausgesprochene Störungszone repräsentieren. Allein eine gewisse Verwandtschaft, eine gewisse Anlehnung ist doch vorhanden. Vielleicht noch ausgesprochener als der Jura zeigt die Oberkreide der Inselberge mitteleuropäischen Charakter. Dem Alter nach dürften die Inoceramen- und Mucronatenmergel den Inoceramenschichten und Baschker Schichten der beskidischen Decke wohl gleichkommen, es besteht auch eine bemerkenswerte facielle Verwandtschaft, aber das Senon der Inselberge nähert sich doch sowohl lithologisch wie faunistisch (Häufigkeit der *Belemnitella mucronata*) noch mehr dem hercynischen Typus als jene echt karpathischen Gesteine.

Würde daher angenommen, daß die Inselberge das autochthone, den Übergang in die außerkarpathische Region vermittelnde Substratum, die subbeskidischen Flyschgesteine des Auspitzer Hügellandes dagegen die übergeschlagene Decke bilden, so wäre dagegen weder in Ansehung der Facies noch auch der lokalen Tektonik, soweit sie bisher bekannt ist, etwas Erhebliches einzuwenden.

Ist nun das plötzliche Verschwinden der subbeskidischen Decke an der Thaya der Denudation zuzuschreiben, so wäre die Region der Inselberge als ein autochthones »Fenster« anzusprechen; hängt es dagegen mit einem Zurückbleiben dieser Decke zusammen, so läge hier nur ein etwas gestörtes Stück »Vorlandes« vor. Folgende Erwägung macht es wahrscheinlich, daß hier wirklich ein Fenster vorliegt. Bilden nämlich die

Greifensteiner Sandsteine des Rohrwaldes die Fortsetzung der beskidischen Decke, wie wir oben vermuteten, so lief der ehemalige Vorderrand der beskidischen Decke knapp östlich der Inselbergreihe hin; da aber dieser Vorderrand sicher ein Denudationsrand ist, so muß sich die beskidische Decke ehedem etwas weiter nach Westen, vermutlich bis an die Inselberge oder selbst darüber hinaus erstreckt haben.

Die Aufrichtung der Inselbergkette ist vielleicht einer leichten autochthonen Faltung zuzuschreiben. Andrerseits könnte aber der ungefähre Parallelismus zwischen der beskidischen Stirnlinie und der Inselbergreihe auch die Vermutung auslösen, daß diese Aufrichtung mit dem Vordringen der beskidischen Decke zusammenhänge.

Beide Auffassungen scheinen im Bereiche der Möglichkeit zu liegen; doch sind bisher kaum irgendwelche Tatsachen bekannt, welche eine dieser Auffassungen besonders begünstigen würden.

Spätere Untersuchungen dieser leider schlecht aufgeschlossenen und durch jüngere Bildungen verdeckten Region werden wohl noch über manches jetzt noch zweifelhafte Licht verbreiten. Sicher ist es schon jetzt als ein Erfolg anzusprechen, daß wir nunmehr in der Lage sind, die vordem als eine mehr oder minder einheitliche Region angesehene sogenannte nördliche Klippenzone in drei wesentlich verschiedene Gruppen zu scheiden:

1. Die autochthonen Inselberge,
2. die Randklippen der beskidischen Decke, und
3. die Randklippen der subbeskidischen Decke.

Das Verhältnis der außerkarpathischen zu den beskidischen und subbeskidischen Ablagerungen.

Das niederösterreichische Fenster ermöglicht wie kein anderer Teil der Karpathen einen Einblick in den Übergang außerkarpathischer in subbeskidische Bildungen, wenn wir von der etwas abseits tehenden Dobrudscha absehen. Für alle übrigen Gebiete sind wir in dieser Beziehung auf indirekte Schlußfolgerungen angewiesen.

Am Waschberge liegt der eocäne Strand; das Oligocän dürfte weiter um sich gegriffen haben. Beiderlei Bildungen gehen wie auch das Senon aus dem niederösterreichischen und südmährischen Vorlande in die subbeskidische Autochthonregion über.

Vom gesamten Mesozoicum der »postvariscischen Decke« (Franz E. Suess) sind im Fenster nur Kimmeridge und Tithon entwickelt, daher müssen wir wohl annehmen, daß der triadische und liasische Strand, der Strand des Dogger und Oxford, wie auch der Unterkreide weiter nach innen, in der subbeskidischen, möglicherweise erst in der beskidischen Autochthonregion lagen. Im mittleren Teile Mährens scheint dagegen zur Zeit des braunen Jura und besonders der Oxfordstufe das außerkarpathische Jurameer der Gegend von Brünn mit dem subbeskidischen und beskidischen in Verbindung gestanden zu sein, wie man aus der erstaunlichen Übereinstimmung der Cordatusfauna von Olomutschan bei Brünn mit der beskidischen Cordatusfauna von Cetechowitz schließen muß.

Zur Zeit der Trias, des Lias und der Unterkreide bestand dagegen auch hier keine Meeresverbindung zwischen dem Vorlande und den Karpathen und die ehemaligen Küstenlinien lagen in diesen Perioden karpatheneinwärts im subbeskidischen Autochthongebiete.

Ähnliche Verhältnisse wie im mittleren Mähren dürften mit gewissen Modifikationen von da ab bis in das mittlere Galizien geherrscht haben. Im nördlichen Mähren scheinen die mesozoischen Küstenlinien eine lokale Verschiebung nach Süden erfahren zu haben, da in der Gegend von Weißkirchen und Leipnik die subbeskidische Alttertiärdecke unmittelbar an der Kulmgrauwacke des sudetischen Vorlandes brandet. In Westgalizien vervollständigte sich vermutlich die Reihe der aus dem Vorlande in das autochthone Karpathengebiet übergehenden Formationen durch die Trias.[1]

In Schlesien und wohl auch in Westgalizien griff die Strandlinie des Oligocänmeeres weit nach Norden vor, wie

[1] Diese Annahme scheint durch die vorher erwähnten Funde von K. Wójcik in Kruhel bei Przemyśl bestätigt zu werden.

wir dem von Michael erwiesenen Vorkommen von Menilitschiefer mit Melettaschuppen über der Kohlenformation in Preußisch-Schlesien mit Sicherheit entnehmen können. In Ostgalizien, in der Bukowina und Moldau dagegen ist das Bild ein ganz anderes: hier ziehen sich die alten mesozoischen Küstenlinien weit nach innen zurück, die Meeresverbindung ist mit dem Vorlande während des gesamten Mesozoicums mit Ausnahme der Oberkreide abgeschnitten und nur im Portland-Tithon, von dem auf der Podolischen Platte bei Niżniów am Dnjester ein Rest erhalten ist, wurde vermutlich eine spärliche Meeresverbindung vom Vorlande in die Karpathen hinein unterhalten.

Wir sind daher zu der übrigens schon wiederholt in mehr oder minder bestimmter Form ausgesprochenen Annahme geführt, daß während des Mesozoicums ein breiter Vorlandsgürtel (ein »alter Wall«) am Außenrande der Karpathenmeere existierte, der nur in gewissen Perioden und nur teilweise überflutet war. So in Südmähren und Niederösterreich in Kimmeridge und Tithon, im mittleren Mähren auch im braunen Jura und Oxford, in West- und Mittelgalizien wohl auch in der Trias. Am allgemeinsten und vollständigsten war wohl diese Überflutung im Tithon.[1]

Die Festlandsschranke bewährte sich am dauerndsten in den Ostkarpathen und als allgemeinste Rückzugsperioden erscheinen Lias, Unterkreide und im geringeren Grade die Trias.

In Oberkreide und Alttertiär dringt das Meer vor, es überflutet den Vorlandsgürtel und dringt namentlich im Oligocän tief in einzelne Teile des Vorlandes ein. Da nun dieser aus alten, besonders auch kristallinen Felsarten bestehende Vorlandsgürtel nur spärlich von mesozoischen Ablagerungen bedeckt war, unter denen nur das Tithon allgemeinere Verbreitung besaß, so ist es wohl verständlich, daß die subbeskidischen, in Mähren auch die beskidischen Flyschbildungen so reich sind an Geschieben von alten und kristallinen Felsarten und von Tithon.

[1] Es verdient vielleicht erwähnt zu werden, daß auch der helvetische Jura den stärksten alpin-mediterranen Einschlag im Tithon aufweist.

Es ist ferner auch begreiflich, daß es dieselben Felsarten sind, die von der, über diesen Vorlandsgürtel weit nach außen geschobenen subbeskidischen Decke vom autochthonen Untergrunde abgerissen und an der Sohle in Blockform mitgeführt wurden.

In den Alpen war das Verhältnis der alpinen Ablagerungen zu der postvariscischen Decke des Vorlandes ein wesentlich anderes. Die postvariscische Serie des Vorlandes tritt vollständig in die alpine Autochthonregion ein. Die Veränderung der Ablagerungen vollzieht sich allmählich. Daher kommt es bekanntlich, daß in den Alpen westlich der Rheinlinie, wo diese Übergangsbildungen als helvetische Facies an die Oberfläche treten, der große Kontrast nicht zwischen außeralpin und helvetisch, sondern zwischen helvetisch und »exotisch« (lepontinisch) besteht. In den Karpathen dagegen, und besonders in ihrem östlichen Teile, bewirkte die während eines großen Teiles des Mesozoicums bestehende Festlandsschranke die ungehemmte Ausdehnung der mediterranen Facies bis in jene Außenregion der Karpathen, welche hier die helvetischen Decken vertritt.

Um daher den mediterranen Charakter der mesozoischen Kalke der Sandsteinzone zu erklären, bedarf es nicht der von Limanowski vorgenommenen Verschmelzung dieser Kalke mit den Dinariden.

Die subkarpathische Salztonzone.

Es liegt nicht im Plane dieser Arbeit, die schwierigen geologischen Verhältnisse der Salztonzone ausführlich zu behandeln. Wir glauben, uns um so mehr auf einen kurzen Überblick beschränken zu können, als wichtige Lokalstudien über die rumänische und ostgalizische Salztonregion im Zuge sind.

Die Überschiebung der Karpathensandsteine über den Salzton, die E. Suess schon 1866 mit der Antiklinale der Schweizer Molasse verglichen hat, ist seit langer Zeit bekannt. Wie weit aber diese Überschiebung reicht, ist eine offene Frage. Die geologischen Verhältnisse gewisser Lokalitäten z. B. Bochnia, lassen vermuten, daß die Überschiebungsfläche eine steile Lage und daher die Überschiebung nur eine geringe

Schubweite habe. Andrerseits ist aber selbst in den best aufgeschlossenen Gebieten, wie z. B. in Wieliczka, ein Muldenschluß der Salztone im Süden bisher nicht beobachtet worden[1] und so bleibt die Möglichkeit offen, daß sich die Salztone weit unter die subbeskidische Decke hinziehen. Es liegt sehr nahe, ein ungefähres Maß dafür in den Salzquellen zu erblicken, die da und dort im Bereiche der subbeskidischen Zone auftreten und vielleicht aus unter dem subbeskidischen Flysch liegenden altmiocänen Salztonen stammen. Ob diese Vermutung für die großen Salzstöcke der subbeskidischen Zone Rumäniens zutrifft, werden wir wohl bald von berufener Seite erfahren.[2]

Die Bildung des Schliers, der Salztone und ihrer Konglomerate scheint hauptsächlich auf dem Boden und auf Kosten des Vorlandgürtels vor sich gegangen zu sein, wie man aus den zum Teil sehr mächtigen Geschieben und den Lagerungsverhältnissen im Ostrau-Karwiner Reviere erschließen kann.[3]

Der subkarpathische Salzton bildet nur in Rumänien, der Bukowina und Ostgalizien einen zusammenhängenden Gürtel, nicht aber im westlichen Abschnitte der Sandsteinzone. Wo die Sandsteinzone am weitesten nach Norden vordringt, zwischen Tarnów, Rzeszów und Jaroslau in Westgalizien, fehlen die Salztone am Außenrande, wenn sie nicht etwa da oder dort unter jüngeren Bildungen verborgen sind. Ebenso fehlen sie in Mähren an dem schon erwähnten Kontakte der subbeskidischen Menilitschiefer mit der Kulmgrauwacke. Unweit südwestlich von dieser merkwürdigen Kontaktstelle kommen am Rande der leider höchst unvollständig aufgeschlossenen Menilitschieferdecke in Przestawlk, Altendorf, Kosteletz und Boschtin bei Prerau und bei Kremsier mächtige Konglomerate mit

---

[1] Vergl. Niedźwiedzki, Beitrag z. Kenntnis d. Salzformation von Wieliczka und Bochnia, Lemberg 1883, p. 196.

[2] Die oberste Zone des Wieliczka'er Salzlagers besteht bekanntlich aus großen Grünsalztrümmern, dem »Salztrümmergebirge« Niedźwiedzki's. Ob diese Zertrümmerung etwa mit der Überschiebung der subbeskidischen Decke zusammenhängt, könnte wohl nur entschieden werden, wenn der Kontakt der Decke und des Salzgebirges aufgeschlossen wäre.

[3] Vergl. R. J. Schubert, Mioc. Foraminiferenfauna von Karwin, Sitzungsber. Ver. Lotos Prag, 1899, Nr. 6, p. 3.

sudetischen Quarziten und Schliergesteine zu Tage, die möglicherweise weiter östlich unter dieser Decke verborgen und von ihr gänzlich überschoben sind. Etwas Ähnliches könnte auch für die erwähnte Gegend Westgaliziens gelten. Über diese schwierigen Fragen können nur neue Untersuchungen längs des Karpathenrandes Auskunft geben.

Dagegen scheint eine andere Frage, die nach dem Zeitpunkte der Überschiebung, wohl schon spruchreif zu sein.

Man weiß, daß die Karpathensandsteine an vielen Stellen von Bildungen der zweiten Mediterranstufe diskordant und flach überlagert sind.[1] Einzelne dieser Partien wurden kürzlich von Herrn Dr. W. Friedberg[2] genau untersucht, der gezeigt hat, daß das Miocän in der Tat karpathische Geschiebe führt und teils auf obercretacischen Inoceramenschichten, teils auf oligocänen Menilitschiefern auflagert und daß ferner das Miocänbecken von Rzeszów erst nach Ausbildung des karpathischen Bogens entstanden ist. Derselbe Autor hat auch die diskordante Auflagerung des Miocäns von Rzegocina[3] auf den älteren karpathischen Bildungen erkannt und das Becken von Nowytarg (Neumarkt)[4] und der Arva als jungmiocäne, den Karpathensandstein und die Klippenzone deckende Füllung hingestellt. Die Auflagerung miocäner sandiger Tone auf abgewaschenen alttertiären Sandsteinen wurde besonders deutlich bei Iwkowa beobachtet.[5]

Wenn man ferner bedenkt, daß die überschobene beskidische Decke ebenso wie die ostalpine Kalk- und Flyschzone im inneralpinen Wiener Becken vom Miocän der zweiten Mediterranstufe umrahmt wird, und wenn man sich schließlich vergegenwärtigt, daß gipsführendes und fossilreiches Miocän in ein-

---

[1] Vergl. besonders V. Uhlig im Jahrbuche geolog. Reichsanstalt 1888, 38. Bd., p. 247 u. Jahrbuch 1883, p. 475 bis 484.

[2] Das miocäne Becken von Rzeszów. Bulletin de l'Academie des Sciences de Cracovie 1903, p. 505, 510.

[3] Revizya fauny miocenu w Rzegocinie, Kosmos, Lemberg, XXX, 1906, p. 578.

[4] Sitzungsber. kais. Akademie, math.-nat. Kl., Bd. 115, Abt. I, 1906, p. 783, mit Karte.

[5] Jahrbuch 1888, p. 147.

zelnen Denudationsresten inmitten der südlichen Klippenzone des Waagtales bei Waag-Neustadtl und Trencsin bekannt ist,[1] so wird man die Annahme nicht umgehen können, daß die Entstehung der Hauptzüge der Tektonik der Sandsteinzone der Ablagerung des jüngeren Miocäns voranging, wie E. Sueß seit jeher angenommen hat.

Zweifel können allerdings an Stellen entstehen, wo Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe in der Nähe des Salztons und Schliers auftreten und man sich fragen muß, ob die zweite Mediterranstufe nicht etwa im regelmäßigen Verbande mit dem Salzton stehe und von der Sandsteinzone mit überschoben sei. Am verführerischesten sind in dieser Hinsicht vielleicht die Verhältnisse bei Wieliczka und Bochnia, aber gerade hier ist der so sorgfältige Niedźwiedzki mit Bestimmtheit für die Ablagerungsdiskordanz der karpathisch gestörten Salztone und der flach lagernden zweiten Mediterranstufe eingetreten.[2]

Wir könnten daher eine etwaige Vermutung, daß das Miocän im Inneren der Sandsteinzone und in der südlichen Klippenzone nur »Fenster« bilde und die Überschiebung erst nach der zweiten Mediterranstufe vor sich gegangen sei, nicht als begründet ansehen. Das schließt natürlich nicht aus, daß in jüngerer und selbst jüngster Tertiärzeit leichte Faltungen im Bereiche der subkarpathischen Tertiärsynklinale, die man namentlich aus Rumänien kennt, und Verbiegungen und Niveauveränderungen des gesamten Gebirgsbogens eingetreten sind, auf die in neuerer Zeit von verschiedener Seite hingewiesen wurde.[3]

Über das Verhältnis der Molassezone zu den Schweizer Überfaltungsdecken sind kürzlich von Arnold Heim neue Gesichtspunkte aufgestellt worden; ob diese auch für den Kar-

---

[1] D. Stur im Jahrbuch d. geolog. Reichsanstalt, 1860, p. 112.

[2] Beitrag z. Kenntnis der Salzformation von Wieliczka und Bochnia, Lemberg 1883, Taf. II und Taf. V.

[3] F. Löwl, Geologie für Geographen, p. 183. — B. Willis, Report on geological Investigations, 4. Year Book of the Carnegie-Institution of Washington, 1906, p. 197. — W. Friedberg, Sitzungsber. k. Akademie, math.-nat. Kl., Bd. 115, 1906.

pathenbogen bedeutungsvoll sind, werden künftige Untersuchungen zeigen müssen.

Ablehnung der angeblich dinarischen Herkunft der beskidischen Decke.

Eine wesentlich abweichende Auffassung des Baues der Sandsteinzone ist vor ungefähr einem Jahre von Herrn M. Limanowski[1] ausgesprochen worden. Da diese Auffassung vom alten Gebirge der Ostkarpathen ausgeht, werden wir später hierauf zurückkommen müssen und beschränken uns daher hier auf einige Worte über die Sandsteinzone und die angeblich dinarische Herkunft der beskidischen Decke.

Auch Limanowski unterscheidet in der Sandsteinzone mehrere Regionen von Deckenbau: auf dem sudetischen Grundgebirge lagert im Norden »Miocän«, darüber nach Süden hin »überstürzter Flysch«, auf diesem die »Decke der schlesischen Kreide« und auf dieser der »dinarische Magurasandstein-Flysch«. Limanowski's überstürzter Flysch dürfte wenigstens zum Teil meiner subbeskidischen, sein dinarischer Flysch meiner beskidischen Decke entsprechen und somit tritt hier, wenn wir vom Neokom absehen, eine gewisse Übereinstimmung zu Tage. Die Auffassungen der Lagerung und Herkunft gehen aber weit auseinander. Leitet doch Limanowski den beskidischen Magurasandstein samt der südlichen Klippenzone aus den Dinariden her; seine »schlesische Kreidedecke« scheint er sich als Fortsetzung der Klippenzone oder der subtatrischen Zone zu denken.

Limanowski gibt keine Begründung für die Assimilierung der schlesischen Kreide mit einer der genannten Zonen und das ist verständlich, denn diese Bildungen haben miteinander keine Verwandtschaft und keine räumlichen Beziehungen. Wir haben gesehen, daß das schlesische Neokom wie auch das Stramberger Tithon wegen ihres geologischen Auftretens und des Vorkommens von Klippen und Geschieben

[1] Rzut oka na architekturę Karpat, Kosmos, Lemberg 1905, XXX. — Sur la genèse des Klippes des Carpathes. Bull. Soc. géol. france, 4. sér., t. VI, p. 151.

der beskidischen, wie auch der subbeskidischen Decke angehören. Wenn das schlesische Neokom aus diesem gegebenen Zusammenhange herausgerissen wird, ist es begreiflicherweise unmöglich, dafür einen anderen Anschluß zu finden, der glaubhaft gemacht werden könnte.

Den »überstürzten« (subbeskidischen) Flysch scheint Limanowski nicht als richtige Decke aufzufassen, wie es hier geschieht; sofern er aber diesen Flysch als Ablagerung im nördlichen Teile der Sandsteinzone am Rande der Sudeten anzusehen scheint, stimme ich ihm bei. Dagegen scheint mir die Annahme einer dinarischen Herkunft des beskidischen Flysches gänzlich verfehlt.

Limanowski legt die ganzen inneren Teile der Karpathen und noch mehr zwischen zwei Gesteinszonen, die beskidische und subbeskidische, deren nahe Verwandtschaft evident ist. Die obercretacischen Ropiankaschichten der beskidischen Zone sind den Dinariden völlig fremd, sie haben keine nähere Verwandtschaft mit der südalpinen Scaglia und kontrastieren lebhaft mit der dinarischen Rudistenkreide. Dagegen sind sie mit der Oberkreide der subbeskidischen Decke nahe verwandt, die wiederum an die hercynische Kreide des niederösterreichischen Fensters anklingt und deren hercynische Verwandtschaft neuerdings wieder von T. Wisniowski betont wurde.[1]

Auch das dinarische Alttertiär mit seiner liburnischen Stufe, seinen Nummulitenkalken und seinem Fossilreichtum läßt sich dem fast fossilfreien Magurasandstein nicht vergleichen.

Die im Riesengürtel des Magurasandsteins gänzlich isoliert dastehende Fauna von Riszkania enthält nach Wójcik[2] 27 Molluskenarten, von denen 15 mit Priabona und 13 mit dem norddeutschen Unteroligocän gemeinsam sind. Wir finden hier

---

[1] Fauna der Spasser Schiefer, Bull. de l'Academie des Sciences de Cracovie, Avril 1906, p. 252. — Fauna der Inoceramenschichten von Leszczyny. Beiträge z. Geol. u. Pal. Österreich-Ungarns, 19. Bd., im Druck begriffen.

[2] K. Wójcik, Das Unteroligocän von Riszkania bei Uszok, Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie, Mars 1905, p. 256. — Vergl. auch M. Vacek, Jahrbuch geolog. Reichsanstalt 1881, p. 200.

fast ebensoviel Verwandtschaft mit Bildungen einer anderen, nördlichen Meeresprovinz wie mit den derselben Provinz angehörigen Dinariden, also gewiß keine spezielle Annäherung an die Dinariden.

Auch die älteren Gesteine der beskidischen Decke gewähren keine Stütze für die dinaridische Herkunft. Die Grestener Schichten des Lias von Freistadtl haben einen fast nordeuropäischen Charakter. Die Knollenkalke mit *Cardioceras cordatum* und einer Fauna von Cardioceren, Phylloceren, Peltoceren, Perisphincten und anderen Formen repräsentieren zwar petrographisch eine echt karpathische Bildung, haben aber mit der benachbarten außerkarpathischen Lokalität Olomutschan bei Brünn eine solche Fülle von Ammoniten gemeinsam, darunter zahlreiche der für nordisch geltenden Cardioceren, daß man hier einen unmittelbaren Austausch der Formen und Nachbarschaft und freie Kommunikation der Meere annehmen muß.[1] In den Alpen kommen Cardioceren zwar in der helvetischen Facies und im mitteleuropäisch-alpinen Übergangsgebiete vor, nicht aber in der »exotischen Facies« und in den inneren Zonen der Alpen. In den Südalpen sind zwar mehrere Oxfordlokalitäten mit der Fauna des *Ammonites transversarius*, aber nicht mit der *Cordatus*-Fauna bekannt. Nirgends sonst kennt man im karpathischen Oxford Cardioceren, nur gerade in Cetechowitz, unfern vom cardiocerenreichen Olomutschan, stößt man auf einen solchen erstaunlichen Reichtum dieser Gattung!

Ebensoschwer wie diese Erwägungen fällt wohl auch die unleugbar enge Verwandtschaft der beskidischen und subbeskidischen Facies ins Gewicht. Vor allem ist hier auf die Menilitschiefer hinzuweisen, die zwar im subbeskidischen Gebiete viel häufiger vorkommen als im beskidischen, aber in diesem doch nicht fehlen. Und gerade die Menilitschiefer gehören gewiß mit zu den bezeichnendsten Ablagerungen, die man kennt, gerade sie kommen als autochthone Ablagerung auch im außeralpinen und außerkarpathischen Gebiete vor und sind zugleich dem echt dinarischen Gebiete im wesentlichen fremd.

[1] J. Neumann, Fauna von Cetechowitz, Beiträge z. Paläont. u. Geologie Österreich-Ungarns, 1907.

Man hat es — und mit Recht — als einen großen Vorzug der neuen Auffassung der Alpentektonik gepriesen, daß sie so viel stratigraphische Rätsel aufgehellt und beseitigt habe. Durch die Annahme der dinarischen Herkunft der beskidischen Decke würde man gerade diesen Vorzug gänzlich preisgeben und sich mit vielen klaren Tatsachen in Widerspruch setzen.

III. Die Innenzonen der West- und Zentralkarpathen.

Einleitende Bemerkungen.

Obwohl die Anwendung des Deckenbaues auf die Karpathen vom Kerngebirge der Hohen Tatra ausgegangen ist, erheben sich dennoch gerade in den Kerngebirgen und noch mehr im Inneren Gürtel gewisse Schwierigkeiten, deren Lösung im Sinne der Deckenlehre zwar nicht als aussichtslos bezeichnet werden kann, aber weit ausgedehnte Arbeiten in der Natur zur Voraussetzung hat. Mag man auch im Vertrauen auf die westalpinen Ergebnisse weitergehen und diese Lösung nur als eine Frage der Zeit auffassen, so wird man doch nicht im stande sein, heute mehr als einige rohe Hauptzüge des geologischen Baues bloßzulegen; das meiste von dem, was gesagt werden kann, sind Vermutungen, die nur als kärglicher Fingerzeig für spätere Untersuchungen einigen Wert haben.

Einer jener Hauptzüge tritt auf dem Facieskärtchen der West- und Zentralkarpathen, das in »Bau und Bild der Karpathen«, p. 670, eingeschaltet ist, in die Erscheinung: aus dem subtatrischen Gebiete taucht hier eine Anzahl hochtatrischer Regionen, den einzelnen Kerngebirgen entsprechend, inselgleich hervor.

Als ich im Jahre 1897 die Annahme aussprach, daß die subtatrische Zone der Hohen Tatra von Norden her an der Hauptüberschiebungslinie über die hochtatrische geschoben sei, war es noch nicht bekannt, daß außer der Hohen Tatra auch andere Kerngebirge eine ähnliche Gliederung in eine hoch- und eine subtatrische Zone erkennen lassen. Man kann ja diese merkwürdige Verteilung auch mit der Annahme erklären, die in »Bau und Bild« aufgestellt ist, daß nämlich die hochtatrischen

Kerne im mesozoischen Meere eine höhere Lage einnahmen als die subtatrischen Partien und sich daher hier unter gleichartigen Verhältnissen eine ähnliche und von der subtatrischen verschiedene Facies ansiedelte; aber es läßt sich nicht leugnen, daß diese Erklärung weniger befriedigt, als wenn alle hochtatrischen Partien als eine ehedem zusammenhängende Einheit hingestellt werden, deren Zusammenhang durch die Überlagerung der subtatrischen Bildungen oberflächlich unterbrochen ist.

Konnte also gerade das stärkste Argument zu Gunsten des Deckenbaues auf die Bildung meiner Vorstellungen vom Baue der innerkarpathischen Zone nicht einwirken, so beeinflußte mich um so stärker die Transgression des Eocäns, das sich mit bezeichnenden Strandkonglomeraten an das ältere Gebirge anlehnt und alle Niederungen ausfüllt, ohne selbst deutliche Spuren von Faltung aufzuweisen und in den Faltungszonen enthalten zu sein.

Dieses Verhalten des Eocäns, von M. Lugeon[1] nicht mit Unrecht »le point le plus délicat de la géologie des Carpathes« genannt, war es, das mich veranlaßte, meine ursprüngliche Vorstellung über den Bau und die Bewegungsrichtung der Tatrafalten aufzugeben. Diese ursprüngliche Vorstellung bewegte sich in denselben Bahnen wie die Deutung M. Lugeon's und geradeso wie Lugeon die Kniefalte des Tomanowapasses mit dem nach Süden gerichteten Scheitel zum Ausgangspunkte seiner Betrachtung machte, so begrüßte ich im Jahre 1886 in dieser schönen Wölbung den Schlüssel der Tatratektonik. Die Folge von Profilen, die ich in der Sitzung der Geologischen Reichsanstalt vom 19. März 1889 vorlegte,[2] unterschied sich betreffs der hochtatrischen Zone nicht oder nur unwesentlich von den Profilen Lugeon's. Und was die subtatrische Zone betrifft, so hat unser Meister E. Suess, als ich ihm meine Ergebnisse vorlegte — es war das noch lange vor der Drucklegung des I. Teiles meiner Tatraarbeit,

---

[1] Les Nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des Klippes des Carpathes. Bull. Soc. Vaudoise des sc. nat., 4. S., vol. 39, p. 50.

[2] Verhandl. geolog. Reichsanstalt 1889, p. 111.

also jedenfalls vor dem Jahre 1897 — auf das bestimmteste erklärt, die subtatrische Zone könne nur von Süden her über die hochtatrische geschoben worden sein und er kam auch später noch wiederholt auf diese Ansicht zurück, so besonders gelegentlich einer Besprechung meiner Tatraarbeit im »Geologischen Konversatorium« der Wiener Universität.

Die Umdeutung der Tatratektonik, mit der mehrere Jahre später (1903) M. Lugeon hervortrat, war demnach für mich nicht neu. Wenn ich dennoch und trotz der Zuversicht, mit der ich ursprünglich die Südüberschiebung gesehen hatte, mich auch im Jahre 1903 nicht zu dieser Umdeutung bekennen und zu meiner eigenen ursprünglichen Deutung zurückkehren mochte, so war es hauptsächlich der festgewurzelte Eindruck, den die Verteilung des Eocäns auf mich gemacht hatte. Auch bereitete mir, wie schon früher der Umstand Bedenken, daß die hochtatrischen Kalke am Südrande der Granitkappe des Małołączniak vom Granit abfallen, statt unter ihn einzuschießen, wie es im Falle der Überschiebung von Süden her der Fall sein müßte.

Man erklärt solche Regelwidrigkeiten durch die Annahme von rückläufigen Falten, eine Vorstellung, die früher nicht so geläufig war wie jetzt. Endlich schien die lokale Tektonik der Tatra vollkommen erklärt, wenn die Fortsetzung der Granitkuppen der hochtatrischen Zone nicht im Sinne der Überschiebung oben, sondern im Sinne lokalen Wurzelns unten gesucht wurde und diese Tektonik stand mit dem Auftreten des Eocäns im besten Einklang. Ich will nicht zu erwähnen unterlassen, daß mir allerdings das Auftreten der Oberkreide Bedenken zurückließ, und zwar sowohl gewisse lokale Vorkommnisse besonders im Szirokagebiete in Jaworina, wie namentlich das Fehlen der Oberkreide im subtatrischen Gebiete einerseits und ihr Vorhandensein in den Klippen und in der hochtatrischen Zone anderseits.

Es konnte aber immerhin angenommen werden, daß dieses Verhältnis später eine befriedigende Aufklärung erfahren werde, und so blieb ich bei derjenigen Anschauung stehen, die mit den festesten geologischen Tatsachen, nämlich der Beschaffenheit und dem Auftreten des Eocäns, bestens zu harmonieren schien.

Die Bedeutung dieser Tatsachen erscheint mir auch heute noch, nachdem sich in der Wertung so mancher geologischen Elemente ein Umschwung vollzogen hat, so groß, daß mir die Aufklärung der Eocänfrage als eines der dringendsten Bedürfnisse der Karpathensynthese erscheint. Daher möchte ich denn auch vor allem die Schwierigkeiten besprechen, die sich aus dem Auftreten des Eocäns für die Deckenlehre ergeben.

Die Rolle des innerkarpathischen Eocäns.

Es muß bemerkt werden, daß die Eocänkonglomerate nicht den Charakter eines gewöhnlichen Seichtwassersedimentes an sich tragen, sie zeigen vielmehr nach ihrer Beschaffenheit und ihrem Auftreten manche Merkmale eines echten »cordon litoral«, der nur an einer alten Küste entstehen kann. Sie gleichen lithologisch betrachtet, den miocänen Strandbildungen des Wiener Beckens; so wie diese in Lithothamnienkalk und dann in Tegel und Sande übergehen, so gehen die Eocänkonglomerate in Nummulitenkalke, die ja auch da und dort Lithothamnien enthalten, und in Tone und Sandsteine über.

Im Osten der Hohen Tatra greift von der Klippenzone her eocänes Flachland in einer Breite von mehr als 45 *km* tief in das Gebirgsgefüge ein. Im Süden reicht es bis an die Kalkzone des Inneren Gürtels (siehe Fig. 1), im Osten an den spornförmigen Horst des Braniszko, im Westen steht es über Käsmark und Poprad mit dem Zips-Liptauer Eocänkessel in Verbindung.

Somit verquert dieses eocäne Flachland die Zone der äußeren und inneren Kerngebirge und erstreckt sich bis in den Inneren Gürtel. In der Mitte liegen flach ausgebreitet die jüngeren Eocänbildungen, am Rande die Konglomerate. Die Konglomerate greifen am Südrande unregelmäßig und verschieden tief in das ältere Gebirge des Inneren Gürtels ein; bei Kluknó im Hernadtale liegen sie nach Stur[1] auf Gneis und erstrecken sich bei Haraszt und Poracs-Kotterbach über den Triaskalk hinweg bis auf das Carbon, bei Markusfalva und Igló bis auf den Werfener Schiefer. Bei Kluknó führen die

[1] Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt, XIX, 1869, p. 414.

Konglomerate nach Stur in der oberen Partie Dolomitgerölle, in der unteren Geschiebe von kristallinen Gesteinen.

Th. Posewitz[1] bemerkte an der Vereinigung der Bäche Bind und Kotterbach kopfgroße Geschiebe aus grünlichem »Devonschiefer«, ferner Geschiebe von Grünschiefer, Quarz und kristallinen Schiefern, bei der Matheócer Mühle mengen sich

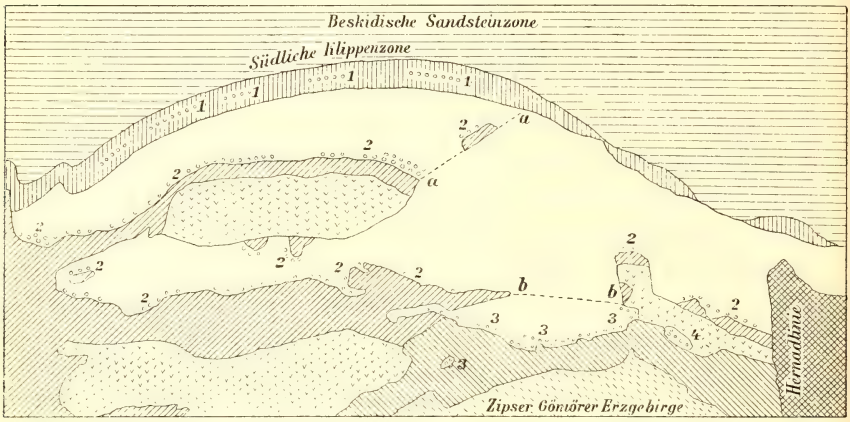


Fig. 1.

Das Auftreten des Eocäns in den Zentralkarpathen.

Die weiß gelassenen Flächen entsprechen dem flachlagernden innerkarpathischen Alttertiär. 1. Eocänkonglomerat der Klippenzone, mit Kalk-, Granit-, Quarzit-, Porphyr- und krystallinen Schiefergeschieben, schematisch angedeutet. 2. Subtatrisches Eocänkonglomerat (Sulower Konglomerat). 3. Eocänkonglomerat am Rande der Kalkzone des Inneren Gürtels, mit Geschieben von Grünschiefer und Carbon, Triaskalk. 4. Eocänkonglomerat des Hernadtales, nach Stur mit Gneis- und Kalkgeschieben. *a a* Mögliche Grenzlinie zwischen dem subtatrischen Flysch der Hohen Tatra und dem subtatrischen Flysch der Niederen Tatra und dem Braniszkokerne. *b b* Hypothetische Grenzlinie zwischen dem subtatrischen Flysch der Niederen Tatra und dem Flysch des Inneren Gürtels.

Subtatrisch (ostalpin 1).

Hochtatrisch.

Innerer Gürtel (ostalpin 2, 3).

Vulkanisch und innerkarpathische Ebene.

[1] Jahresbericht der königl. ung. geolog. Anstalt für 1899, Budapest 1901, p. 39—44.

in der Nähe der Triaskalke Kalkgeschiebe bei und an der Bergbahn nach Rostoka treten zu den Grünsteingeschieben auch solche aus Quarz- und carbonischem Grauwackenkonglomerat hinzu.

Aus der Iglóer Gegend streicht die Konglomeratzone über Grenic in die Vikartócer Bucht und greift hier tief in das Werfener Schieferniveau der subtatrischen Schuppe der Niederen Tatra. Sie bedeckt ferner am Nordrande der Niederen Tatra verschieden alte Bildungen vom Trias- bis zum Kreidedolomit.

Wäre die Konglomeratzone auch am quer (nordsüdlich) verlaufenden Rande des Braniszkogebirges und am Ost- und Südrande der Hohen Tatra entwickelt, so wäre der Schluß, daß die Tektonik der inneren Karpathenzonen älter ist als das Eocän, zwingend. Nun sind aber die genannten Randlinien zugleich Linien mechanischen Kontakts und es kann daher angenommen werden, daß hier spätere Senkungen das Verschwinden des Eocäns zur Folge hatten. Keinesfalls verliert diese Eocänentwicklung durch den Mangel der Konglomerate an den genannten Linien an Beweiskraft, wenn sie sich wirklich, wie bisher angenommen wurde, als gleichmäßige, einheitliche, kontinuierliche, flache Decke vom Inneren Gürtel bis zur Klippenzone ausbreitet.

Die erste Vorbedingung für die Sicherung der Deckenlehre wäre also die Beseitigung der Schwierigkeiten, die das Auftreten des Eocäns bereitet. Das könnte durch den Nachweis geschehen, daß die Überfaltung der Kerngebirge und des Inneren Gürtels älter ist als das Eocän, wofür manche Anzeichen sprechen. Die zweite Möglichkeit bestände in dem Nachweise, daß das hier besprochene Eocänland bisher nur fälschlich für einheitlich gehalten wurde, in Wirklichkeit aber mindestens in drei Partien zerfällt: eine nördliche, eine mittlere und eine südliche, von denen die erste zur subtatrischen Zone der Hohen Tatra, die zweite zur subtatrischen Zone der Niederen Tatra, die dritte zur Kalkzone des Inneren Gürtels gehören müßte.[1]

[1] Die noch nicht genügend geklärten Verhältnisse des Eocäns der West- und Zentralkarpathen bereiteten der Darstellung auf dem tektonischen Kärtchen

Ich kenne dieses weit ausgedehnte Eocänland nicht in allen Teilen so genau, um aus eigener Anschauung ein begründetes Urteil darüber abgeben zu können, ob für die erfolgreiche Führung dieses Nachweises mehr oder weniger Aussicht vorhanden ist, doch möchte ich bemerken, daß die Sonderung der nördlichen und mittleren Eocänpartie vielleicht keine besonderen Schwierigkeiten bereiten dürfte. In meiner Arbeit über das Inselgebirge von Rauschenbach[1] konnte ich am Südrande dieses Gebirges eine Störungslinie nachweisen, die von der zur subtatrischen Zone gehörigen Insel von Rauschenbach zum Nordostende der Hohen Tatra hinläuft und sich hier wie auch in der Richtung nach der Klippenzone durch eine auffallende Terrasse markiert. Es hat den Anschein, wie wenn an dieser Linie die Grenze zwischen der nördlichen und mittleren Flyschpartie zu suchen wäre. Viel schwieriger dürfte sich allerdings der Nachweis der Vielfältigkeit dieses Flysches im südlichen Teile am Rande der Niederen Tatra und des Inneren Gürtels gestalten, doch bietet vielleicht auch hier der aus der Niederen Tatra weit nach Osten vorspringende Triassporn von Donnersmark einen ersten Angriffspunkt.

Das Eocän der besprochenen Region stellt übrigens noch einige andere Aufgaben: es wäre festzustellen, ob das mitten im Bereich des alten Gebirges auftretende Eocän des Hernadtales und bei der Dobschauer Eishöhle Auflagerungen bildet und nicht etwa Fenster. Endlich böte der mir aus eigener Anschauung nicht bekannte Südrand des Chocs-Prosecsno-Zuges, der westlichen, ausschließlich aus subtatrischen Gesteinen bestehenden Fortsetzung der Hohen Tatra, vielleicht die Möglichkeit, um zu erkennen, ob die Linie mechanischen Kontakts, die diesem Südrande entspricht, auf Bruch oder Überschiebung zurückzuführen sei. Am Südfuße der Hohen Tatra ist diese Frage wegen der starken Überschüttung des Terrains mit Hilfe natürlicher Aufschlüsse kaum lösbar, das Chocs-Prosecsno-Gebirge dagegen ist von Flußläufen durchsägt und ärmer an

---

(Taf. II) gewisse Schwierigkeiten. Man kann sich das Eocän auf diesem Kärtchen entweder abgehoben oder zur subtatrischen Decke gehörig denken.

[1] Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt, 1891, p. 423.

Plistocän- und Schuttbildungen und bietet so viel günstigere Bedingungen dar.

Wir wollen aber diese Fragen zunächst nicht weiter verfolgen. Das Auftreten des Eocäns beweist unzweifelhaft, daß vor Ablagerung dieser Stufe Bewegungen in den Karpathen eingetreten sind; welche Bedeutung ihnen hinsichtlich der endgültigen Gestaltung des Gebirges beizumessen ist, bleibt allerdings noch aufzuklären. Die Schwierigkeiten, die das Eocän der Deckenlehre bereitet, bilden vielleicht kein unüberwindliches Hindernis. Auf der anderen Seite bietet die Auffassung der Kerngebirgstektonik im Sinne eines Deckenbaues gewisse Vorteile. Die Kniefalte des Tomanowapasses und die Granitkappen der hochtatrischen Zone der Tatra scheinen für die Bewegung von Süden nach Norden zu sprechen. Es ist daher nicht überflüssig zu untersuchen, wie sich die geologischen Verhältnisse der inneren Zonen im Sinne eines Deckenbaues gestalten würden.

Neuere Auffassungen der südlichen Klippenzone.

In seiner auch für die Theorie des Deckenbaues so bedeutsamen Studie über das Tatragebirge hat M. Lugeon der südlichen Klippenzone eine sehr fesselnde Betrachtung gewidmet und zur Erklärung der Erscheinungen wieder das tektonische Moment in den Vordergrund gerückt, das zuerst M. Neumayr herangezogen hatte. Lugeon's Erwägungen führten zu dem Ergebnisse, daß die südliche Klippenzone als aufbrandende Stirnregion einer oder mehrerer Schubdecken anzusehen wäre. Obwohl er sich betreffs der Herkunft dieser Decken sehr zurückhaltend äußerte, führte er doch den Eventualfall des Zusammenhanges der Hornsteinkalke der Klippen mit der subtatrischen, der versteinerungsreichen Kalke mit der hochtatrischen Decke etwas näher aus. Die subtatrische Decke arbeitete sich bis zur hochtatrischen durch, riß Stücke davon ab und brachte sie aufbrandend nach oben.

Zu Gunsten dieser Auffassung läßt sich manches vorbringen. Die unverkennbare Verwandtschaft zwischen den subtatrischen Fleckenmergeln und den pieninischen Hornsteinkalken und das Auftreten einer Doppelfacies hier und dort wirken bestechend.

noch mehr die geologische Erscheinung der Hornsteinkalkzüge, die mit ihrer schmalen, langgezogenen Form und steilen Lagerung in der Tat wie Stücke eines zu straff gespannten und daher zerrissenen und auseinandergezogenen Bogens aussehen.

Es fällt aber auf, daß von den Ablagerungen der subtatrischen Decke gerade die mächtigsten und tragfähigsten, nämlich der Triasdolomit und der cretacische Chocsdolomit in der Klippenzone fast gänzlich oder gänzlich fehlen. Auch ist die Übereinstimmung der Hornsteinkalke mit den subtatrischen Fleckenmergeln doch nicht vollständig. Die hochtatrischen Kalke bilden in der Tatra mächtige, bankige, ein Hochgebirge aufbauende Kalke, in der Klippenzone erscheint das dazugestellte Pendant als eine Folge von Crinoiden- und Cephalopodenkalken von fast verschwindender Mächtigkeit. Der Gegensatz ist zu groß, um übersehen werden zu können.

Die Oberkreide besteht zwar sowohl in der Tatra wie in der Klippenzone aus mechanischem Sediment, aber Beschaffenheit und Mächtigkeit weichen stark ab und die Oberkreide der Klippenzone führt echte Geschiebe von Hornstein und Hornsteinkalk. Wir können daher die Hornsteinkalke nicht gut als eine spätere subtatrische Einwanderung auffassen. Die tektonischen Verhältnisse bereiten insofern Schwierigkeiten, als die beiden Facies der Klippenzone nicht in einfacher, sondern meistens in zwei- und selbst mehrfachen, durch Oberkreide geschiedenen Doppelreihen angeordnet sind. Dies würde Teilungen oder rückläufige Bewegungen der Stirnwelle erfordern, deren Möglichkeit an der Stelle, wo die Bewegung der Decke erschöpft ist, fragwürdig erscheint. Daß am Südrande der Klippenzone allenthalben die Oberkreide zwischen die Hornsteinkalkzüge und das subtatrische Eocän eingeschoben ist, kann mit der vorausgesetzten Rolle der Hornsteinkalkzüge als subtatrische Stirnfalte nicht vereinbart werden.

Lugeon deutet in seiner Arbeit noch einen zweiten Eventualfall mit einigen Worten an, wonach die Klippen als auftauchende Köpfe von einer oder mehreren, in der Tiefe befindlichen und in Flysch gehüllten Decken wären (l. c., p. 61). Diese Auffassung entspricht nach meinem Ermessen

den Tatsachen viel besser, sie hat, wie wir sehen werden, wichtige Berührungspunkte mit meiner früheren Deutung der südlichen Klippenzone und wird daher hier vertreten werden. Bevor wir aber hierauf eingehen, wollen wir noch auf die Darstellung Limanowski's einen Blick werfen.

Für Limanowski (l. c.) ist die südliche Klippenzone eine »tektonische Moräne«,[1] entstanden durch den Druck der mit den Klippen wandernden und als »traîneau écraseur« wirkenden Magurasandsteine. In diese tektonische Moräne schieben sich einzelne der subtatrischen Decke angehörige Klippenmassen ein. Dinarischer Herkunft, schob sich die Klippendecke samt den Magurasandsteinen von Süden her über die Kerngebirge hinweg nach Norden.

Limanowski zeichnet die Klippen als regellos verteilte Blöcke von mehr oder minder kubischer Form. Ich sehe sie in Wirklichkeit fast stets regelmäßig angeordnet, nicht kubisch, sondern fast stets langgestreckt. Die regelmäßige Anordnung ist nicht nur beim »Reihentypus«, sondern selbst bei dem seltenen »Gruppentypus« nicht zu verkennen. Gerade die Streckung und die parallele Anordnung scheinen mit dem Deckenbau eng zusammenzuhängen. Der Ausdruck »tektonische Moräne« paßt daher für die südliche Klippenzone nicht; besser eignet er sich, wie schon angedeutet, für die Blockbildung von Freistadtl.

Die dinarische Herkunft der Magurasandsteine wurde bereits im vorhergehenden Abschnitte in ablehnendem Sinne besprochen. Wir müssen uns bei Besprechung der Ostkarpathen nochmals mit diesem Gegenstande beschäftigen und wollen uns daher hier möglichst kurz fassen. Limanowski überschätzt den mediterranen Charakter der Juragesteine der Klippenzone; wie einfach sich dieser erklärt, ist in den vorhergehenden Zeilen dargelegt. Wenn man sich, wie das Limanowski tut, mit solchen Ähnlichkeiten begnügt, wie sie zwischen dem Neokommergel der Klippenzone (Kurzówka) und dem südalpinen Biancone

---

[1] Der Vergleich von »Klippen« mit einer Moräne findet sich bei Lugeon (l. c., p. 60), der ihn speziell für die von der hochtatrischen Decke abgerissenen Fetzen gebrauchte.

oder den *Opalinus*-Mergeln und *Murchisonae*-Tonen der Klippen und den Kalken von S. Vigilio bestehen, so wird es nicht schwer halten, jede beliebige alpin-karpathische Entwicklung mit jeder beliebigen anderen zu identifizieren. Es sei daher kurz bemerkt, daß irgend welche auffallende Analogien zwischen der pieninischen und der dinaridischen Schichtenfolge nicht bestehen, weder im Jura noch in der Kreide. Den cenomanen Exogyrensandsteinen und Konglomeraten der Klippenzone und der Ostkarpathen hat man bisher eine gewisse Hinneigung zur hercynischen Entwicklung zugeschrieben und wohl mit Recht. Den Dinariden sind sie jedenfalls fremd. Die Puchower Mergel lassen sich ebensogut mit dem hercynischen Pläner wie mit der südalpinen Scaglia vergleichen. Am meisten aber gleichen sie zweifellos den couches rouges der Chablaiszone. Die Hieroglyphenschichten der Puchower Mergel sind nichts anderes als die Ropiankaschichten der beskidischen und die Inoceramenschichten der subbeskidischen Decke, deren hercynische Beziehungen schon angedeutet wurden.

Versagen somit die Faciesverhältnisse für die Herleitung aus dinarischem Süden, so kann man das Einsetzen der Klippenzone von oben her über die Kerngebirge hinweg auch aus den tektonischen Verhältnissen nicht mit Sicherheit ableiten. Fiele die Klippenzone vom subtatrischen Eocän allgemein nach Norden ab und in derselben Richtung unter den beskidischen Magurasandstein ein, so wäre das allerdings ein sehr beachtenswertes Argument zu Gunsten der Herkunft über die Kerngebirge hinweg. Aber ein solches Einfallen nach Norden ist nur in wenigen Partien, wie besonders in der Arva nahe dem Rande des Fatrakrivángebirges, nachgewiesen worden. In den Pieninen fallen dagegen die Schichten des subtatrischen Alttertiärs ausnahmslos und in breiter Zone von der Klippenzone nach Süden ab, wenn man von einigen steilgestellten Bänken an der Kontaktlinie absieht, und so ist hier der Annahme der Herkunft der Klippenzone von oben und Süden jeder Boden entzogen.[1] Ebenso unwahrscheinlich ist aber auch das Untertauchen der Klippenzone nach Norden

[1] Jahrbuch 1890, Pienin. Klippenzug, Taf. IX, ferner p. 607, 668, 720, 800.

unter die beskidischen Magurasandsteine. Diese Sandsteine fallen häufig gegen die Klippenzone ein, hie und da aber auch von dieser Zone ab, was vermutlich mit den untergeordneten Faltungen des Magurasandsteinzuges zusammenhängt. Die wahre Begrenzung der Klippenzone nach Norden wird aber nicht vom Magurasandstein, sondern von der von mir so genannten nördlichen Grenzzone bewirkt und von dieser konnte mit Sicherheit ermittelt werden, daß ihre Schichten »von den cretacischen Schichten der Klippenhülle nicht abfallen, sondern entweder steil gestellt sind oder gegen dieselben nach Süden einschießen«.[1]

In diesem Zusammenhange verdient die Tatsache Beachtung, daß den Außenrand der Klippenzone von der Arvaer Grenze bis an den Popper Durchbruch (zirka 65 *km*), soweit meine eigenen Beobachtungen reichen, ein Band von Klippen der versteinerungsreichen Facies begleitet, die ausnahmslos nach Süden geneigt sind, eine Gesetzmäßigkeit, die mit Limanowski's Annahme nicht übereinstimmt. Wir wissen allerdings, daß andere Klippen der Pieninen namentlich am Innenrande der Klippenzone steil nördlich einfallen, aber dieses Verhalten ist sicherlich weniger entscheidend als die nach Süden gerichtete Neigung der obercretacischen Schichten am Kontakte mit dem subtatrischen Flysch und die südliche Neigung dieses Flysches. In dem leider noch wenig genau bekannten Waagtalgebiete fallen die Klippen zum Teil nach Nord, zum Teil nach Süd ein; wenn man in dieser Beziehung die Durchschnitte Stur's näher prüft, so ergibt sich eine etwas größere Häufigkeit der südlichen Neigung.

Ich stehe nun nicht an, zu betonen, daß unser Wissen in dieser Beziehung eine große und bedauerliche Lücke aufweist. Es wäre gewiß sehr wünschenswert, wenn das Verhältnis der Klippenzone sowohl zur angrenzenden Flyschzone wie auch zu den Kerngebirgen in möglichst vielen Teilen der südlichen Klippenzone genau bekannt wäre. Nur in diesem Falle könnte die wahre Bedeutung der scheinbaren Widersprüche und Ausnahmen richtig gewürdigt werden. Aber diese

[1] Pieninischer Klippenzug, Jahrb. geolog. Reichsanstalt, 1890, p. 719.

Aufklärung können wir erst von künftigen langwierigen Untersuchungen im Felde erwarten und müssen uns heute mit dem vorhandenen Material begnügen. Dieses aber erfordert nach meiner Einsicht keineswegs ein Einsetzen der Klippenzone von oben und Süden her, wohl aber verweisen viele Beobachtungen eindeutig auf das Heraustreten dieser Zone von unten und Süden her.

Die Klippenzone unterteuft als selbständiges Glied des Gebirgsbaues die Kerngebirge.

Die vorangehende Betrachtung hat uns, obwohl sie wesentlich negativ war, doch einem positiven Ergebnisse genähert. Wir konnten mit genügender Wahrscheinlichkeit feststellen, daß die Klippenzone weder mit den tatrischen Decken noch auch mit den Dinariden in Zusammenhang zu bringen ist und daß ihr Heraustreten von unten und Süden die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Die Faciesentwicklung der Gesteine der Klippenzone zeigt, daß wir es hier mit einem selbständigen Glied des karpathischen Gebirgsbaues zu tun haben. Die Klippengesteine zeigen naturgemäß vielerlei Beziehungen zu anderen karpathischen Bildungen. Aber vollständig übereinstimmende Entwicklungen hat man bisher aus keinem Teile der West- und Zentralkarpathen, weder aus den Kerngebirgen noch auch dem Inneren Gürtel beschrieben.[1] Durchaus eigenartige Bildungen repräsentieren die Cenomankonglomerate und Sandsteine mit *Exogyra columba* des Waagtales und die Puchower Mergel, die in den West- und Zentralkarpathen auf die Klippenzone beschränkt zu sein scheinen. Gänzlich isoliert und den übrigen Karpathen fremd erscheinen die schieferig-konglomeratischen Gaultschichten mit *Ammonites tardefurcatus* der Arva.

Die Eocänkonglomerate nähern sich zwar beträchtlich den Sulower Konglomeraten der subtatrischen Zone, führen aber nicht selten Quarzit- und Granitgeschiebe[2], die den Sulower

[1] Vergl. Bau u. Bild d. Karpathen, p. 679, 792. — Compt. rend. 9. Congrès géol. internat. Vienne, 1903, p. 447.

[2] Solche Geschiebe fand ich in großer Häufigkeit in den Aufschlüssen der Arvaer Eisenbahn, besonders bei Unterschloß (Arvávaralja).

Konglomeraten im allgemeinen fremd sind. Sie sind reich an Hornstein- und Hornsteinkalkgeschieben und enthalten rote Schiefer, eine im subtatrischen Flysch ebenfalls nicht häufige Erscheinung. Gewisse Tatsachen verweisen auf Beziehungen zur alpinen Gosauformation: wie in gewissen Gosaulokalitäten, so kennt man auch in den Upohlawer Konglomeraten der Klippenhülle Porphyrgerölle. Sodann ist in denselben Konglomeraten von D. Stur[1] eine Hippuritenbank nachgewiesen und auch im eocänen Konglomerat des Neumarkter Abschnittes sind ein Hippuritenkalkblock und Porphyrgeschiebe gefunden.[2]

Zur Senonzeit drangen dem Anscheine nach die Rudisten aus dem südlicheren Gebiete nach Norden vor, wo sie aber offenbar nicht die ihnen zusagenden Lebensbedingungen fanden und bald verschwanden.

Die schon oben besprochenen Beziehungen des Klippensenons zum Senon der beskidischen Decken, ferner der faunistische Charakter der Oberkreide der Klippenzone sowie endlich die äußerste Seltenheit der Rudisten und auch der Charakter der Klippengesteine verweisen uns auf die Annahme, daß der ehemalige Bildungsraum der Klippenzone sich südlich an den beskidischen anschloß, aber nördlicher lag als die Fortsetzung des ostalpinen Bildungsraumes. In diesem offenbar sehr weit ausgedehnten Bildungsraume oder an seinen Grenzen existierten zur Zeit der Oberkreide und des Alttertiärs weithin landfeste Verhältnisse; die Klippengesteine wurden abgewaschen, es kamen aber auch Gesteine zur Abtragung und Abrollung, die an der jetzigen Oberfläche gänzlich unbekannt sind (Porphyre) und die Denudation muß stellenweise sehr tief vorgedrungen sein, so daß auch Granite, Quarzite, Phyllite und andere alte Gesteine abgewaschen und als echte Geschiebe abgelagert werden konnten. Was wir heute von den Ablagerungen dieses Bildungsraumes in der Klippenzone vor uns haben, ist offenbar nur ein zufälliger Querschnitt, die Flächenausbreitung ist unserer Beobachtung entzogen.

---

[1] Jahrb. geolog. Reichsanstalt, 1860, p. 88.

[2] V. Uhlig, Pieninische Klippenzone, Jahrb. geolog. Reichsanstalt. 1890. p. 608.

Da wir nun durch die Betrachtung der Sandsteinzone zu der Annahme geführt wurden, daß die beskidische Region eine nach Süden sich senkende Decke bilde, da wir ferner sahen, daß sich der ehemalige Bildungsraum der Klippengesteine an die beskidische Decke südlich angeschlossen haben muß, und wir endlich erkannten, daß die Tektonik der Klippenzone ein Auftauchen dieser Zone von Süden und unten wahrscheinlich mache, so werden wir naturgemäß zu dem weiteren Schlusse geleitet, daß die eigentliche Flächenentwicklung der Klippenzone sich unterhalb der Kerngebirgsregion ausbreiten und daher zunächst die Hohe Tatra und mit ihr die äußere Kerngebirgsreihe auf der Klippenzone als wurzellose Masse schwimmen müsse.

Es ist das eine Eventualität, die schon M. Lugeon[1] vorgesehen hat. Wenn das Vorhandensein von kristallinem Material im Eocän der Palenica in der Tatra dagegen zu sprechen scheint, so wird angenommen werden müssen, daß es sich da um losgerissene Untergrundfragmente handelt.

Die tektonischen Elemente der südlichen Klippenzone.

Die südliche Klippenzone ist in ihrer Gesamtheit, besonders aber in den Pieninen reich an Erscheinungen intensiver Pressung; die Lagerung ist vielfach steil, vorwiegend isoklinal, die ursprünglichen Diskordanzen sind verschwunden und machen meistens strengem Parallelismus der Schichten Platz. Mechanische Kontakte zwischen Klippen und Hülle bilden fast die Regel und nur da, wo im Hangenden der Klippen Konglomerate und Sandsteine erscheinen, scheint der ursprüngliche Ablagerungskontakt erhalten zu sein.

Daß die kleineren Klippen besonders der versteinerungsreichen Facies vermutlich abgerissene Blöcke bilden, wurde schon von Neumayr und mir ausgesprochen,[2] es mag aber sein, daß auch ein Gutteil der größeren und großen Klippen aus dem natürlichen Zusammenhange gerissen ist, obwohl namentlich für die großen Hornsteinkalkmassen gewiß auch die Möglich-

---

[1] Compt. rendus, 17. Nov. 1902.

[2] Jahrbuch geol. Reichsanstalt, 1871, p. 475; 1890, p. 804.

keit eines mehr oder minder ununterbrochenen Zusammenhanges nach unten und Süden zu einer Wurzel hin besteht. Häufig vermitteln die Klippen das Bild von langen, schmalen, steil aus dem Boden ragenden, bisweilen zerstückelten, häufig schuppenartig verdoppelten Platten. Oft zeigen sie ein auffallendes Mißverhältnis zwischen Länge und Breite zu Gunsten der Länge. Eine gewisse, häufig sehr vollkommene Regelmäßigkeit der Anordnung ist unverkennbar; für den Zwang und die Pressung bei der Bewegung spricht der Umstand, daß selbst inverse Klippen, die sich bei der Bewegung ausnahmsweise drehen konnten, die Parallelordnung einhalten.[1]

Zertrümmerungserscheinungen sind in der Klippenzone nicht übermäßig häufig, aber sie kommen vor. Manche Klippengesteinsmassen sind zerzogen und zerrissen und den jüngeren Hüllschichten bald quer, bald parallel eingelagert. Hieher dürften wohl die zerrissenen Hornsteinkalke gehören, die am Ufer der Ruska in Szlachtowa neben echten Hornsteinkalkkonglomeraten anstehen.

Da und dort kommen 1 bis 2 *m* mächtige, in den Aufschlüssen nach unten und oben sich verschmälernde Linsen von zertrümmertem Klippenmaterial vor, die man wohl als Mylonite deuten muß,[2] ferner wurden auch den Hornsteinkalk durchsetzende Breccien vorgefunden.[3] Ähnliche tektonische Riesenbreccien, wie sie an der Sohle der Decken der Sandsteinzone vorkommen (Freistadtl) und als Gesteinsspreu der Schubfläche angesprochen wurden (tektonische Moränen), sind aus der südlichen Klippenzone bisher nicht beschrieben worden.

Auch Auswalzungen und Zerrungen sind nicht bekannt, lediglich die langen Bogen der Hornsteinkalkzüge lassen eine leichte Spannung vermuten. Da aber dieselben Kalkzüge häufig

---

[1] Ein gutes Beispiel für derartige Klippen bietet die nördliche Partie der großen Klippengruppe von Jaworki. Eine der daselbst auftretenden Klippen — sie nimmt in der in »Bau und Bild der Karpathen«, p. 131, veröffentlichten Abbildung den Vordergrund ein — zeigt inverse Lagerung, während benachbarte, scheinbar gleichgerichtete Klippen die normale Schichtenfolge aufweisen.

[2] Pieninische Klippenzone, Jahrb. geolog. Reichsanstalt, 1890, p. 590 (32), ferner p. 654, 655.

[3] l. c., p. 653.

eine Kleinfaltung nach allen Richtungen aufzeigen, kann diese Spannung nicht sehr intensiv gewesen sein. Die Hornsteinkalke und Fleckenmergel konnten als relativ plastische Gebilde dem Zuge nachgeben; die spröden Crinoidenkalke der versteinerungsreichen Facies barsten und lieferten Schollen, Platten und Blöcke. Die Versteinerungen der letzteren Facies zeigen keine Spuren tektonischer Beeinflussung, häufig sind sie vorzüglich erhalten. Man darf diese Erscheinung sowie überhaupt die auffallende Geringfügigkeit der mechanischen Gesteinsveränderung wohl dem Umstande zuschreiben, daß die von dem plastischen Material der Klippenhülle umgebenen spröden Kalke durch ihre Emballage vor intensiven Angriffen behütet waren.

Die Gesamtheit dieser Erscheinungen erweckt den Eindruck, wie wenn sich in der südlichen Klippenzone eine gemeinsame, unter mächtiger Belastung stehende Bewegung abgespielt hätte. Da wir die Flächenentwicklung der Klippenzone unter den Kerngebirgen suchen müssen, so ergibt sich, daß diese Bewegung auf der beskidischen Decke und unter und mit den Kerngebirgen vor sich ging und für die Klippenzone ebenfalls Deckenbau in Anspruch genommen werden muß. Könnten wir die Kerngebirge und die Klippenzone, bis auf ihren Untergrund durchschneiden, so erhielten wir hier vielleicht ein ähnliches Bild, wie es im tiefen Rheineinschnitte die lepontinischen Gesteine des Plessurgebirges bei Arosa an der Sohle der ostalpinen Decke liefern: die Gesteine, die in der Klippenzone als Platten, Mauern und unregelmäßige Schollen aus dem Boden steil aufragen, lägen als flache, sich wiederholende, bald zerrissene, bald mehr zusammenhängende Schollen, vielleicht selbst als richtige Decken am Fuße der Kerngebirge. Wo die Belastung durch die Kerngebirge ihr Ende nahm, mußte die horizontale in eine schräg nach Norden aufsteigende Bewegung übergehen. So kommt es, daß die Klippenzone am Außenrande der Kerngebirge den Eindruck macht, aus der Tiefe aufzutauchen, und daß die dem Außenrande genäherten Klippen nach Süden einfallen. Wo aber die Kerngebirge der Klippenzone am stärksten genähert sind, wie im Waagtal und im Fatrakrivángebirge, und in diese förmlich eindringen, konnte sogar eine leichte Rück-

strömung der Klippenzone nach Süden eintreten und infolgedessen nördliches Einfallen der Klippengesteine bewirkt werden. Vielleicht wird es einmal gelingen, subtatrische Deckschollen in der Klippenzone nachzuweisen.[1]

Pieninische und subpieninische Decke.

Ergibt die Auffassung der Klippenzone als laminierte Decke im allgemeinen kein ganz unbefriedigendes Resultat, so fehlt es nicht an Schwierigkeiten bei etwas näherem Eingehen auf die lokalen Verhältnisse. Vor allem stellt uns die Existenz zweier Facies vor die Frage, ob etwa zwei Decken entwickelt sind und wie das Material dieser Decken zu sondern sei.

Bisher wurde diese Sonderung nur betreffs der Jurakalke versucht. Der Lias scheint, soviel bekannt, nur durch Modifikationen der Fleckenmergelfacies und Grestener Schichten vertreten zu sein. Über die Entwicklung der Trias ist man äußerst mangelhaft unterrichtet. Erst im Dogger und Oberjura tritt eine Scheidung in zwei Entwicklungen deutlich hervor, die bisher von mir als Hornsteinkalkfacies und versteinerungsreiche Facies bezeichnet wurden. Diese Ausdrücke, die zum Ersatze der auf nicht ganz richtigen Voraussetzungen beruhenden Neumayr'schen Bezeichnungen hoch- und subkarpathisch gewählt wurden, haben den Vorteil, etwas über die Natur der betreffenden Entwicklungen auszusagen, freilich auch den Nachteil, daß sie etwas schleppend und zur Übertragung in andere Sprachen und Verbindung mit dem Worte Decke etwas unbequem sind. Es würde sich daher vielleicht empfehlen, für die Fleckenmergel und Hornsteinkalke die Bezeichnung pieninisch, für die versteinerungsreichen Facies die Bezeichnung subpieninisch neben den alten Ausdrücken zu verwenden.[2]

---

[1] Vielleicht bilden die Felsmauern des Sulower Konglomerates in der Waagtalzone, in deren Mitte Cenomankonglomerat und eine kleine Neokomklippe auftreten, derartige Deckschollen (vergl. die Deckenkarte).

[2] Die Hornsteinkalke sind in den eigentlichen Pieninen (Dunajecdurchbruch) am mächtigsten entwickelt; der Ausdruck subpieninisch paßt insofern

Pieninische und subpieninische Klippenreihen sondern sich in vielen Fällen so scharf, daß man sie nicht gut zu einer Einheit vereinigen kann. Lugeon hat diesem Umstande Rechnung getragen und in etwas verschwommener Weise auch Limanowski. Da die Sonderung erst im Dogger zu beginnen scheint und Übergänge bestehen, scheint es vielleicht angemessen, die beiden Facies, bis wir nicht eines besseren belehrt werden, als Teilungen einer Hauptdecke oder Decken zweiter Ordnung eng zusammenzufassen.

Die nähere Zergliederung der Klippenzone krankt nun an dem Umstande, daß es bis jetzt nicht möglich war, auch im Bereiche der obercretacischen und alttertiären Hüllgesteine der pieninischen und subpieninischen Decke entsprechende Unterscheidungen zu machen. Vielleicht sind diese Bildungen in beiden Decken sehr ähnlich, vielleicht war auch die Aufmerksamkeit bisher nicht genügend auf diese Frage gerichtet. Vorläufig können wir nur auf einzelne in diesem Zusammenhange zu beachtende Erscheinungen hinweisen. Im Waagtale nehmen die Cenomangesteine vorwiegend nur den inneren, südöstlichen, die Puchower Mergel hauptsächlich den nordwestlichen Teil der Klippenzone ein. In den Pieninen fehlen die eigentlichen Cenomangesteine. Geschiebe der einen und der anderen Facies sollten die Zugehörigkeit der betreffenden Hüllschichten festzustellen erlauben. Es hat aber den Anschein, wie wenn die Hornsteinkalkgeschiebe ziemlich allgemeine Verbreitung besäßen. Vielleicht wegen der Gemeinsamkeit der Fleckenkalke im Lias, vielleicht muß man aber auch mit anderen Möglichkeiten rechnen.

Wir können daher gegenwärtig in der Klippenzone ganz im allgemeinen eine pieninische und eine subpieninische Decke aufstellen, aber wir können sie namentlich betreffs ihrer obercretacisch-alttertiären und liasischen Anteile nicht streng sondern. Immerhin dürfte die Annahme einer gemeinsamen Wanderung dieser Decken

---

gut auf die versteinerungsreiche Facies, als diese hauptsächlich unter die pieninische zu liegen kommt und häufig auch topographisch tieferliegende Partien einnimmt.

unter Belastung gewisse Eigentümlichkeiten der Verteilung erklären. Schoben sich die Decken gemeinsam vor, so verhielten sie sich wie eine einheitliche Decke von größerer Mächtigkeit, in der die subpieninische Serie die tiefere, die pieninische die höhere Lage einnahm. Trat nun in dieser gemeinsamen Decke eine Teilung ein, so mußte es naturgemäß zur Verdopplung der betreffenden Serien kommen; nochmalige Teilung mußte zur Verdreifachung der Doppelreihen führen. Auf diese Weise erklärt sich die auf den ersten Blick so befremdliche Anordnung der beiden Klippenfacies in Doppelreihen ohne schwerverständliche Verquickungen mit der subtatrischen Region.

Lokale Unregelmäßigkeiten mögen die Folge des Voraneilens oder Zurückbleibens einzelner Deckenteile bei ungleichem inneren Widerstande und wechselnder Belastung bilden; vielleicht sind auch die oft beobachteten Blattverschiebungen der versteinerungsreichen Facies, ihre Schuppenstruktur und die gelegentlich vorkommende unvollständige Adjustierung von Klippen und ihrer Hülle auf diese Umstände zurückzuführen.

Das Verhältnis der südlichen Klippenzone zur Sandsteinzone.

Auf den bisherigen geologischen Karten der Klippenzone erscheint das Alttertiär nur in wenig zahlreichen, kurzen und wenig mächtigen Zügen. Wahrscheinlich ist es hier in Wirklichkeit verbreiteter, als man annimmt, dennoch aber tritt es im Verhältnis zur Oberkreide sehr zurück.

Man muß aber doch annehmen, daß das Alttertiär in dem ehemaligen Ablagerungsgebiete der Klippendecken vermutlich ebenso mächtig entwickelt war wie in den benachbarten beskidischen und tatrischen Regionen. In demjenigen Teile der Klippendecken, der sich unter den Kerngebirgen ausbreitet und vermutlich stark gepreßt war, dürfte es kaum eine größere Mächtigkeit haben als in dem uns zugänglichen Teile. Wohl aber ist es denkbar, daß das Alttertiär unter dem Drucke der tatrischen Decken ausgepreßt und in jenen Teil der Klippenzone vorgeschoben wurde, der nicht mehr unter

tatrischer Belastung stand und sich ehedem über die beskidische Decke oder ihren südlichen Teil ausbreitete. So wie in dem zugänglichen und jetzt verborgenen Teile der Klippenzone ein Mißverhältnis zwischen Alttertiär einerseits und Oberkreide und den älteren Gesteinen anderseits zu Ungunsten des ersteren besteht, so dürfte in dem minder belasteten und jetzt denudierten Teile umgekehrt ein Mißverhältnis zu Gunsten des Alttertiärs bestanden haben. Die in der Klippenzone heute beobachteten schmalen Alttertiärstreifen bildeten vermutlich die Wurzeln, aus denen nach Norden hin immer mächtiger werdende Alttertiärmassen hervorwuchsen. Die nach Norden und oben vorgeschobenen Alttertiärgesteine könnten an ihrer Basis Oberkreide-, Neokom- und Juragesteine mitgeschleppt haben, deren Spuren nach Norden hin immer spärlicher wurden. So konnte füglich an der ehemaligen Kontaktlinie der Klippendecken mit der beskidischen Decke ein Verhältnis entstanden sein ähnlich dem an der heutigen Kontaktlinie der beskidischen mit der subbeskidischen Decke und dieser mit der Salztonzone, wo nur vereinzelt, bald da, bald dort, Splitter von Jura- und Kreidegesteinen mitgerissen erscheinen und nur an wenigen Stellen größere Massen der älteren Bildungen gleichsam hervorquellen.

Auf diese Weise scheint eine unvermutete Analogie zwischen der südlichen und der sogenannten nördlichen Klippenzone zu Tage zu treten.

Die tektonischen Erscheinungen der tiefsten karpathischen Decken, der beiden beskidischen und der beiden pieninischen, sind in gleicher Weise der Bewegung unter hoher Pressung zuzuschreiben, welche die Laminierung der Basis bewirkte. Die Verschiedenheiten erklären sich vermutlich durch die verschiedene geologische Position der uns zugänglichen Teile dieser Decken: Wir kennen von den beskidischen Decken einen vorderen, schon außerhalb der eigentlichen Pressungsregion gelegenen Teil, von den pieninischen dagegen einen mehr nach innen gelegenen, am Rande der Pressungsregion befindlichen Durchschnitt. Die beskidischen und subbeskidischen Decken stehen einander in ihrem unter Pressung befindlichen Teile räumlich vielleicht ebenso nahe wie in der Klippenzone

die pieninische und subpieninische Decke und diese Erwägung gibt der Konstruktion eines hypothetischen Profils der tiefsten karpathischen Decken (siehe Taf. I, Fig. 3) einen gewissen Halt.

Beziehungen zu den Alpen.

Ähnlich wie die südliche Klippenzone dem subtatrischen Gebiete nördlich vorliegt, so taucht auch am Nordrande der Ostalpen eine schmale Zone klippenartiger Vorkommnisse auf, deren bekanntestes Glied die Klippen von St. Veit in Wien bilden. Man hat bisher wegen der Ähnlichkeit der geologischen Lage und Zusammensetzung angenommen, daß diese Vorkommnisse die Fortsetzung der südlichen karpathischen Klippenzone bilden. Die Richtigkeit dieser Anschauung läßt sich auf dem Wege direkter Verfolgung nicht nachweisen, da ja zwischen beiden Gebieten das Wiener Becken liegt.

Es läßt sich aber zeigen, daß diese ostalpinen Klippen vornehmlich in einer Facies entwickelt sind, welche mit der pieninischen ungemein nahe verwandt, in vieler Beziehung selbst identisch ist. Es läßt sich ferner nachweisen, daß die isoklinale Lagerung im Flysch mit vorwiegender Neigung unter die Kalkzone sehr viel Analogie mit den Lagerungsverhältnissen der südlichen karpathischen Klippenzone aufzeigt. Allerdings fehlt es auch nicht an Abweichungen: die St. Veiter Klippen sind als Zone weniger scharf gesondert und weniger regelmäßig ausgebildet, die Kreidehülle ist weniger ausgeprägt, die Konglomerate fehlen oder sind weniger mächtig. Ferner kommen abgescherte Partien basischer Gesteine vor, die in der karpathischen Klippenzone bisher nicht bekannt sind. Die Bedeutung dieser Differenzen ist aber wohl nicht so groß, um die allgemein geteilte alte Anschauung vom Zusammenhange der St. Veiter Klippen mit der südlichen karpathischen Klippenzone zu erschüttern.

Die Klippen von St. Veit stehen nun in den Alpen weit weniger isoliert da, als man früher zumeist angenommen hat. Es hat sich gezeigt, daß eine fortlaufende, wenn auch vielfach unterbrochene Reihe von derartigen, von Flysch umgebenen

Klippen knapp am Außenrande der eigentlichen Kalkzone sich hinzieht, die neuerdings von F. Trauth[1] bis zum Buch-Denkmal im Pechgraben verfolgt ist, in vereinzelten Spuren aber wahrscheinlich auch noch weiter westlich nachweisbar sein wird. Trauth vermutet in dieser ostalpinen Klippenzone eine Fortsetzung der lepontinischen Decken der Schweiz und des Allgäus und dieselbe Anschauung hat jüngst E. Haug[2] in seiner bemerkenswerten Arbeit über die nördlichen Kalkalpen ausgesprochen. Aber auch wenn es nicht gelingen sollte, den räumlichen Zusammenhang der ostalpinen Klippen mit den lepontinischen Spuren des Allgäus schrittweise zu verfolgen, was ja wesentlich von dem Verhalten der lepontinischen Decke im mittleren Teile der ostalpinen Kalkzone abhängt, wird man man doch wegen der ersichtlichen Übereinstimmung der Facies und der geologischen Position die Zugehörigkeit der ostalpinen Klippenzone zu den lepontinischen Decken als gut begründet ansehen.

Trotzdem wollen wir uns noch die Frage vorlegen, ob die ostalpinen Klippen nicht etwa mit der helvetischen Decke der Schweiz und den beskidischen Decken der Karpathen zusammenhängen. Eine räumliche Beziehung der ostalpinen Klippen ist weder zu sichergestellten helvetischen Bildungen, noch auch zu den beskidischen Klippen vorhanden; auch ist es bis jetzt nicht gelungen, eine Übereinstimmung der Facies dieser Klippen, sei es mit dem helvetischen System des Westens, sei es mit dem beskidischen Jura (Stramberger Kalk, Cetechowitzer Oxford, Kurowitzer Kalk) und der beskidischen (schlesischen) Unterkreide zu erkennen. Es fehlen somit Anhaltspunkte für diese Gleichstellung und wir können umso beruhigter die pieninischen Decken der Karpathen den lepontinischen Decken der Alpen gleichstellen.

In demjenigen Teile der nordostalpinen Kalkzone, der sich unmittelbar südlich an die ostalpine Klippenzone anschließt, sind da und dort Cenomansandsteine mit Orbitolinen bekannt,

---

[1] Anzeiger d. kais. Akademie d. Wiss., Math.-nat. Kl., Wien 1906, Sitzung vom 5. Juli.

[2] Bulletin Soc. géol. de la France. 4. ser., VI, 1906, p. 366.

die namentlich in Bayern näher untersucht, auch in Niederösterreich an mehreren Punkten nachgewiesen sind.[1] Ob diese Gesteine etwa mit dem cenomanen Exogyrensandsteinen des Waagtales in irgendeine nähere Beziehung zu bringen sind, werden künftige Untersuchungen lehren.

Die Faciesgebiete der Kerngebirge, des Inneren Gürtels und des Ungarischen Mittelgebirges.

Je weiter wir in das Gebirge nach Süden vordringen, um so mehr häufen sich die Schwierigkeiten. Unter diesen Umständen wollen wir denjenigen Weg einschlagen, der als der sicherste erscheint und der jedenfalls irgendwelche brauchbaren Ergebnisse verspricht, nämlich der Weg der stratigraphischen Vergleichung.

An einer anderen Stelle, auf die wir hier verweisen können, sind die Gründe auseinandergesetzt, welche für eine Gleichstellung der hochtatrischen Zonen mit der zentralalpinen Entwicklung des Mesozoicums sprechen.[2] Die hochtatrischen Zonen zeigen zwar untereinander nicht unbedeutende Abweichungen, die auch bereits zu untergeordneten Sonderungen verwertet wurden, aber der subtatrischen Entwicklung gegenüber können sie doch als eine sehr gute höhere Einheit zusammengefaßt werden.[3]

Auf dem Semmering wird die zentralalpine oder Tauernschuppe bekanntlich von der paläozoischen »Grauwackenzone« überlagert und diese wiederum bildet die Unterlage der ostalpinen Decke oder richtiger des ostalpinen Deckensystems. Nach Nordosten hin verschwindet zwar die paläozoische Zone aus dem Hangenden der Tauern-, beziehungsweise hochtatrischen Decke, jedoch die Überlagerung durch eine zweite mesozoische Decke, die subtatrische, verwirklicht sich auch in den Karpathen. Auch die subtatrischen Zonen sind in den verschiedenen Kerngebirgen nicht streng gleichartig entwickelt, sondern werden ähnlich wie die hochtatrischen, ebenfalls einer näheren

[1] A. Bittner, Verhandl. geolog. Reichsanstalt, 1897, p. 216.

[2] Sitzungsber. kais. Akademie, math.-nat. Kl., 1906, 115. Bd., p. 1735.

[3] Vergl. Bau und Bild der Karpathen, p. 676.

Gliederung zugänglich sein, im allgemeinen aber sind sie doch durch die Gemeinsamkeit vieler Schichtengruppen sehr eng verbunden. Die subtatrische Entwicklung erinnert an die niederösterreichische, sofern die mittlere Trias stark dolomitisch ausgebildet und zumeist durch Lunzer Sandsteine und Reingrabener Schiefer überlagert ist und Jura und Neokom hauptsächlich durch Fleckenmergel, Crinoiden- und Aptychengesteine vertreten sind. Daneben laufen allerdings auch namhafte Unterschiede: der alpine Hauptdolomit ist durch bunte Tonschichten (Karpathenkeuper) vertreten, im Werfener Niveau kommen Quarzite und Melaphyrdecken vor, die Gosau fehlt. Nach H. Vetters[1] findet die niederösterreichische Trias im Wetterlingzuge der Kleinen Karpathen ihre Fortsetzung auf karpathischem Boden, sie wird hier von der subtatrischen unterlagert und, soviel man bis jetzt urteilen kann, von ihr rasch verdrängt. Es ist daher mit einiger Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die subtatrische Decke im allgemeinen etwa als laterales Äquivalent der niederösterreichischen und als tiefste Teildecke des ostalpinen Deckensystems erster Ordnung (E. Suess) aufzufassen sein wird.

Eine weitere Entwicklung ist in der Region der Kerngebirge bisher nicht nachgewiesen, aber an der Innenseite dieser merkwürdigen Gebirgszone tritt uns im innersten Karpathenteile, dem von mir so genannten Inneren Gürtel, eine weitere mesozoische Facies entgegen, die namentlich das Murány-Plateau und die nördliche und südliche Kalkzone des Zips-Gömörer Erzgebirges zusammensetzt und vermutlich auch südlich davon bis zum Bükkgebirge entwickelt ist. Typische, versteinerungsreiche Werfener Schiefer sind hier von einer mächtigen und ununterbrochenen, bis zur Rhätstufe reichenden Folge von Dolomiten und Kalksteinen überlagert. Kalke vom Aussehen des Dachsteinkalkes enthalten im Murány-Plateau[2] und in der südlichen Kalkzone[3] Megalodonten und bei Dernő eine obernorisch-rhätische Mischfauna von Brachio-

[1] Verhandl. geolog. Reichsanstalt. 1904, p. 137.

[2] Bau und Bild der Karpathen, p. 680.

[3] Földt. Közl, XXVI (Sobanyi), p. 277.

poden und zahlreiche Cephalopoden, die nach v. Mojsisovics für den obernorischen Dachsteinkalk bezeichnend sind.[1]

Aus dem Bereiche der Juraformation kennt man liasische Hierlatzschichten in Dernő und bei Bugyikfalva nach Fötterle[2] graue Hornsteinkalke mit Aptychen und Belemniten. Im südlichsten Teile des Inneren Gürtels scheinen bei Tapolcsany Gosaukonglomerate aufzutreten, im nördlichen dagegen liegen auf den beiden Kalkzonen des Erzgebirges unmittelbar Eocänkonglomerate und Sandsteine auf.

So unvollständig auch dieses Bild ist, so wenig kann wohl bezweifelt werden, daß diese Entwicklung einen in höherem Grade alpinen Charakter, wenn man so sagen kann, aufweist als die subtatrische Decke. Von allen mesozoischen Kalken der Karpathen stehen die des Inneren Gürtels der Dachsteinkalkdecke der Ostalpen wohl am nächsten, jener Decke, die E. Haug nicht ohne eine gewisse Begründung als jüngste, oberste Decke des ostalpinen Deckensystems angesprochen hat.[3]

Der südlichste Teil des Inneren Gürtels, das Bükkgebirge, ist sowenig bekannt, daß man mit dem Urteil sehr zurückhalten muß; immerhin scheint es vorläufig geraten, dieses Gebirge an die Gömörer Kalkzone anzuschließen. Erst in der scheinbaren Fortsetzung der Bükkgebirgszone, im Ungarischen Mittelgebirge, verdient ein neuer und sehr bemerkenswerter Entwicklungstypus unsere Aufmerksamkeit. Tritt uns doch hier in der ladinischen Stufe der Mitteltrias mit den knolligen Kieselkalken und Tuffen der Reitzischichten, den Tridentinusschichten (*Proarcestes subtridentinus* und *Daonella Lommeli*), den Füreder Kalken (mit *Protrachyceras Archelans* und *Daonella Lommeli*) eine kaum verkennbare Hinneigung zur südalpinen oder dinaridischen Entwicklung entgegen.[4] Das Jurasystem läßt Beziehungen zur südalpinen, aber auch zur nordalpinen Facies der Dachsteinkalkdecke erkennen. Die fossilreichen roten Kalke mit *Ammonites opalinus* und

---

[1] Vergl. Arthaber, Mediterrane Trias, p. 431.

[2] Verhandl. geolog. Reichsanstalt, 1867, p. 117.

[3] Haug, Bull. Soc. géol. France. 4. sér., VI, p. 364.

[4] Vergl. G. v. Arthaber, Alpine Trias des Mediterrangebietes, Stuttgart, 1906, p. 422.

Murchisonae von Czernye[1] verweisen auf südalpine Verwandtschaft.

Die Kreideformation erinnert hinsichtlich der glaukonitischen fossilreichen Entwicklung der Mittelkreide zwar an die helvetische Decke, hinsichtlich der Rudistenkalke der Oberkreide aber entschieden an die südalpin-dinarische Ausbildung. Die Caprotinenkalke scheinen wenig zu besagen, da sie sowohl der helvetischen wie auch der südalpinen Entwicklung eignen. Südalpine Beziehungen verrät ferner in besonders ausgesprochener Weise wiederum das Eocän.

Wollten wir nun auf Grund alpiner Erfahrungen die hier unterschiedenen mesozoischen Facies nach der Folge ihrer ehemaligen Ablagerungsgebiete anordnen, so könnten wir nur nachstehende Reihe von Norden nach Süden annehmen: hochtatrisch, subtatrisch, Entwicklung des Inneren Gürtels, Entwicklung des Ungarischen Mittelgebirges.

Die erste Entwicklung, die hochtatrische, nähert sich noch der lepontinischen Serie, die zweite, dritte und vierte dagegen (subtatrisch, Innerer Gürtel und Mittelgebirge) entsprechen ungefähr dem ostalpinen Deckensystem, wobei aber die vierte eine gewisse Hinneigung zur dinarischen Entwicklung aufweist.

Der Innere Gürtel bildet wahrscheinlich ein Deckenland.

Aus der eben besprochenen Anordnung scheint sich eine sehr bedeutungsvolle Schlußfolgerung zu ergeben: wir können nicht annehmen, daß die hoch- und subtatrischen Gebilde über das Mesozoicum des Inneren Gürtels hinweg nach Norden geschoben wurden, denn sonst müßten sie südlich davon oder gar südlich der Mittelgebirgsfacies wurzeln und das würde allen bisherigen Erfahrungen über die Deckenordnung der Alpen widersprechen.

Durch diese Erwägung wird der Spielraum für die Herkunft der hoch- und subtatrischen Gebilde etwas eingeengt. Der gestellten Forderung würde die Annahme genügen, daß die hoch- und subtatrischen Gesteine über das Paläozoicum

[1] G. Prinz, Fauna der älteren Jurabildungen im nordöstl. Bakony, Mitt. a. d. Jahrb. d. ung. Geolog. Anst., XV.

des Inneren Gürtels hinweg, jedoch unter dem Mesozoicum dieser Region, wenn das letztere eine Decke bildet, nach Norden geschleift wurden. Zu den hochtatrischen Gesteinen gehören nun auch kristalline Schiefer und der Tatragranit, der infolge des zwar seltenen, aber doch an einer Stelle erkannten Granitgrundkonglomerates des »Permquarzits« als die natürliche Unterlage desselben zu erkennen ist. Es dürfte wenig wahrscheinlich sein, daß alle diese Bildungen der Kerngebirge über den paläozoischen Sockel des Inneren Gürtels hinweg nach Norden gebracht wurden, ohne mit ihrer Wurzel in Verbindung zu stehen und auf diesem so langen Wege Spuren hinterlassen zu haben. Da ferner im Eocän am Rande der nördlichen Kalkzone des Inneren Gürtels nach Posewitz Geschiebe der paläozoischen Unterlage dieser Kalkzone enthalten sind, so muß schon zur Eocänzeit eine enge räumliche Beziehung zwischen dem Paläozoicum und dem Mesozoicum des Inneren Gürtels bestanden haben und es sind daher Vorgänge ausgeschlossen, welche diese Beziehungen erst in nacheocäner Zeit bewerkstelligt haben konnten.

Da nun auf diese Weise die ehemalige Wanderung der Kerngebirgsgesteine sowohl über das Mesozoicum wie über das Paläozoicum des Inneren Gürtels hinweg ausgeschlossen ist, so wird unsere Aufmerksamkeit auf die Kerngebirgsregion selbst und speziell auf jene Linie gewiesen, an der der Nordrand des Inneren Gürtels mit dem Südrand der inneren Kerngebirgszone zusammentrifft und welche wir, da sie ungefähr dem Laufe der oberen Gran folgt, als Granlinie bezeichnen wollen. Wenn Kerngebirgsgesteine südlich dieser Grenzlinie in den Karpathen vorhanden sind, können sie sich nur unterhalb des Inneren Gürtels befinden. Alle ferneren Vorstellungen werden nun davon abhängen, ob wir im Inneren Gürtel ein altes variscisches Gebirge oder eine Schubdecke erblicken: in jenem Falle wird die erwähnte Grenzlinie einer Wurzelregion, in diesem einer Überschiebungslinie entsprechen.

Manche Umstände scheinen für die Horstnatur des Inneren Gürtels zu sprechen.[1] Vor allen die deutliche Diskordanz

[1] Vergl. betreffs dieser Auffassung die Darstellung in »Bau und Bild der Karpathen«, p. 702.

zwischen der mesozoischen Decke, die sich im Zipser Erzgebirge nach Norden senkt und dem steil südlich einfallenden Paläozoicum, das bekanntlich aus dem Carbon von Dobschau und den Tonschiefern und Phylliten der »erzführenden Serie« mit ihren Grünsteinen und Porphyroiden besteht und große Ähnlichkeit mit der nordalpinen Grauwackenzone zeigt. Auch auf die anscheinend flache Lagerung der Trias kann hier verwiesen werden, wie auf die unmittelbare Auflagerung alttertiärer Schichten auf den kristallinen Schiefern der Randpartie des Inneren Gürtels bei Breznóbánya (Briesen) im Grantale. Nach D. Stur[1] erscheinen daselbst Konglomerate in Wechsellagerung mit Mergelschiefern, Sandsteine mit Nummuliten, Operculinen und Melettaschuppen, ferner bituminöse Kohlenschiefer, endlich Mergel und Sande mit Geröllbänken. Die tiefsten Konglomerate, die in 23 bis 29 Klafter Tiefe durch eine Bohrung nachgewiesen wurden, stellt D. Stur in das Niveau von Castel Gomberto und Oberburg, die Melettaschichten in das Niveau von Prassberg und der karpathischen Menilitschiefer und die obere Tegel- und Geröllablagerung in das Niveau der Horner Schichten.

Alle diese Hinweise sind aber nicht absolut stichhältig. Könnten die Alttertiärschichten von Briesen nicht etwa zwischen kristallinen Schiefern gelagert sein? Die Beschreibung Stur's scheint diese Eventualität nicht völlig auszuschließen. In diesem Falle wären sie sogar die festeste Stütze für den Deckenbau. Die flache Lagerung der Trias sowie selbst die Diskordanz gegen das Paläozoicum könnten wohl unter Umständen auch mit Deckenbau vereinbar sein, und zwar um so mehr, als der Triaskalk an einigen Stellen unmittelbar auf den Schichtenköpfen der erzführenden Serie ruht, ohne Dazwischenkunft der Werfener Schiefer, wie z. B. am Schloßberg von Krasnahorka bei Rosenau (Gömörer Erzgebirge). Dazu kommt noch, daß auf gewisse, wenn auch sehr vage Andeutungen zu Gunsten eines Deckenbaues hingewiesen werden kann. Man nahm bisher an, daß der Hauptstock des Inneren Gürtels, das Veporgebirge, aus alten kristallinen Schiefern mit vier größeren

[1] Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1868, p. 414.

Granitmassen bestehe. Der Hauptsache nach dürfte das wohl auch richtig sein. Ungefähr in der Fortsetzung der Mittelzone kommen aber bei dem Eisenwerke Federata an der Straße von Dobschau nach Ciuntava Quarzite und Quarzitschiefer mit sericitischen Überzügen und Zwischenlagen sowie hellgraublaue dünngeschichtete Kalke mit leichten Sericithäutchen vor, deren Gesamthabitus nicht wenig an hochtatrische Gesteine und auch an Gesteine der zentralalpinen »Schieferhülle« erinnert. Diese bisher nicht beachteten Bildungen fallen nach Südosten ein und sind in zwei großen Steinbrüchen aufgeschlossen. Außerdem kommen hier kristalline Schiefer mit Feldspataugen vor, die namentlich am Anstieg zur Höhe von Ciuntava völlig den Charakter von Augengneisen annehmen und wieder an eine zentralalpine Bildung, die Randfacies der Zentralgneisstöcke, erinnern. Auf diesen Gesteinen liegt in Ciuntava der normale Triaskalk, ohne Zwischenlagerung der Werfener Schiefer; auch bei Pohorella am Nordrande des Murány-Plateaus liegen die normalen Triaskalke auf ähnlichen Kalk- und Schiefergesteinen.[1]

Es wäre gewiß vermessen, wollte man auf so vage Analogien hin die Granitkerne des Veporgebirges den Zentralgneisen, die Quarzite, Schiefer und Kalke von Federata der Schieferhülle der Ostalpen oder auch der hochtatrischen Facies der Karpathen gleichstellen. Aber die Möglichkeit dieser Gleichstellung kann doch auch nicht völlig von der Hand gewiesen werden. Mindestens ist es klar, daß hier noch unbekannte Schichtengruppen vorliegen, deren genauere Verfolgung für die Synthese des Gebirges von größter Wichtigkeit wäre. Namentlich der mächtige Veporstock ist hier von entscheidender Bedeutung, aber gerade dieser Teil des Gebirges bildet in geologischer Hinsicht eine völlige terra incognita.

Wenden wir uns nun zur Region der Granlinie, um zu sehen, ob hier vielleicht Merkmale einer Wurzel aufzufinden sind. Verfolgen wir diese Region von Südwest nach Nordost,

[1] Fötterle faßte diese Gesteine am Nordrande des Murány-Plateaus als paläozoisch auf und zeichnete sie als regelmäßige Unterlage der Trias. Letztere Vorstellung findet in der Natur keine Bestätigung. Mit den Carbonbildungen von Dobschau haben diese Gesteine nichts gemeinsam.

so finden wir den Beginn im Südwesten durch tertiäre Eruptivgesteine, tertiäre und quartäre Auflagerungen der Beobachtung entzogen. Das subtatrische Mesozoicum der Granbucht gehört noch zur Schubdecke. Dann gelangen wir ostwärts in die Gegend von Briesen mit ihren alttertiären Felsarten. Die flache Lagerung des Alttertiärs ist der Annahme einer Wurzel nicht günstig.

Weiter östlich kommt in der vorausgesetzten Wurzelregion bei Helpa eine kleine fossilfreie Kalk- und Dolomitmasse unter sehr unklaren Lagerungsverhältnissen zum Vorschein, die man möglicherweise für eine Wurzel nehmen könnte.[1] Positive Anhaltungspunkte für eine derartige Auffassung sind aber hier nicht zu gewinnen. Noch weiter östlich wird im Gebiete des Königsberges (Kralova hola, Király hegy) die Grenzregion zwischen der inneren Kerngebirgszone der Niederen Tatra und der Kalkzone des Inneren Gürtels immer schmäler, so daß zwischen Grenic und Vernar subtatrische Untertrias und die Kalkzone des Inneren Gürtels sich fast berühren. Vielleicht zieht ein schmales Carbonband hindurch,[2] aber auch dieses würde diese Zone nicht zur Wurzelregion stempeln. Bei Grenic tritt diese Grenzzone an die Flyschregion des Leutschauer Hügellandes und der Bucht von Vikartóc heran; ihre Streichungsfortsetzung müßte schräg durch dieses Flyschland hindurchgezogen werden, da subtatrische Gesteine noch jenseits desselben im Braniszkogebirge auftreten und das dürfte es vollends unmöglich machen, diese Grenzzone als Wurzelregion der hoch- und subtatrischen Felsarten aufzufassen.

Unsere Erwägungen führen somit zu folgendem Resultate: Wir können zwar nicht direkt entscheiden, ob der Innere Gürtel als Horst- oder Deckenland aufzufassen sei, aber wir können es als unwahrscheinlich bezeichnen, daß die Granlinie und ihre Fortsetzung nach Osten eine Wurzelzone bildet; und das müßte sie, wäre der Innere Gürtel ein Horst. Wenn daher in

---

[1] Fötterle deutete diesen Dolomit als paläozoisch.

[2] Die tektonische Karte in »Bau und Bild der Karpathen« bringt diese Auffassung zur Darstellung, während auf der Karte der Geolog. Reichsanstalt der Werfener Schiefer der subtatrischen Zone der Niederen Tatra an die nördliche Kalkzone des Inneren Gürtels unmittelbar angrenzt.

den Karpathen Deckenbau existiert, so kann der Innere Gürtel nur als Deckenland aufgefaßt werden. An der oberen Gran überschiebt der Innere Gürtel mit seiner Dachsteinkalkdecke die Zone der Kerngebirge, und die Fortsetzung der Kerngebirge nach Süden ist daher unter dem Inneren Gürtel zu suchen.

Deckentektonik der Kerngebirge.

Obwohl wir über diese Gebirge etwas besser unterrichtet sind als über den Inneren Gürtel, werden wir uns doch mit einigen allgemeinen Andeutungen bescheiden müssen. Offenbar sind beide Kerngebirgsreihen von einer gemeinsamen Tektonik beherrscht, deren Modifikationen die kleineren Differenzen im Baue der Kerngebirge bedingen und die festzustellen dankbare Aufgaben für die Feldgeologie bilden werden.

Wir haben schon bemerkt, daß die Granite und kristallinen Gesteine der Kerngebirge die natürliche Unterlage und damit zugleich integrierende Teile der hochtatrischen Entwicklung bilden. Im Zjar-, Suchy-, Mala Magura- und Lubochnia-Kerne sind indessen sedimentäre hochtatrische Gesteine bisher nicht mit Sicherheit nachgewiesen und es kann daher fraglich sein, ob die Granit- und Gneiskerne auch in diesen Gebirgen als hochtatrisch anzusehen sind. Antwort auf diese Frage ist vielleicht in solchen Gebirgen zu holen, wo die hochtatrische Serie nur partiell entwickelt, über weite Strecken aber durch die Bewegung der subtatrischen Decke vom Granitkern weggehobelt ist, wie z. B. im Fatrakriván-Mincsow-Gebirge. Die Möglichkeit liegt daher vor, daß diese Abhobelung auch in anderen Kerngebirgen stattgefunden hat. Da ein Unterschied zwischen den verschiedenen Granit- und Gneiskernen bisher nicht erkannt ist, müssen wir es als wahrscheinlich bezeichnen, daß nicht nur die Kerne mit hochtatrischer Bedeckung, sondern sämtliche kristalline Kerne der Kerngebirge als hochtatrische Fenster in der subtatrischen Decke aufzufassen sind (siehe die tektonische Karte und Taf. I, Fig. 3).

Im östlichen Teile der Niederen Tatra kommen im Zentralkerne Grünschiefer, quarzitische und phyllitische Schiefer vor,

die wahrscheinlich einer noch tieferen, echt lepontinischen Decke angehören dürften.

Daß die hoch- und subtatrischen Decken in verschiedenen Gebirgen gewisse Unterschiede aufweisen können, ist schon bemerkt worden. Solche Unterschiede sind auf laterale Faciesänderung teils in ostwestlicher, teils in nordsüdlicher Richtung zurückzuführen. Wo zwei subtatrische Decken über einander liegen, wie in der Hohen Tatra, handelt es sich bei der Geringfügigkeit der Unterschiede wohl nur um Teilungen einer Hauptdecke, wie M. Lugeon bemerkt hat. Der stärkste Unterschied macht sich in der hochtatrischen Zone geltend, wo die Entwicklung der Hohen Tatra von allen übrigen Kerngebirgen nicht unbeträchtlich abweicht. Die Eigentümlichkeiten der hochtatrischen Zone der Niederen Tatra beruhen hauptsächlich auf der durch die Gesteinsmetamorphose hervorgerufenen Habitusänderung. Auch hier liegt der Forschung ein weites Feld offen.

Die spezielleren Vorstellungen über den Bau und Zusammenhang der Kerngebirge hängen wohl wesentlich von der Art und Weise ab, wie man sich die kristallinen Kerne verbunden denkt. Ging die Verbindung nach oben hin durch die Luft oder besteht sie unterhalb der meso- und kanäozoischen Auflagerung? Im ersteren Falle wären die Granitkerne der äußeren Kerngebirgsreihe die Stirnteile einer von oben herabtauchenden Decke, der Innenrand der äußeren Kerngebirge entspräche der Schubfläche und die kleineren, ziemlich unregelmäßig auftretenden Schollen von subtatrischen Gesteinen, die an diesem Innenrande an der Hohen Tatra und im Fatrakriván auftreten, wären etwa als abgerissene und längs der Überschiebungsbahn verstreute Trümmer der Stirn anzusehen. So verführerisch namentlich das Auftreten dieser subtatrischen Schollen an der hypothetischen Überschiebungsbahn ist, so erscheint mir diese Auffassung dennoch unhaltbar. Da eine derartige Decke aus schon besprochenen Gründen nicht über den Inneren Gürtel hinweggegangen sein kann, so müßte sie in einem ziemlich engen Bogen mit dem Scheitel der inneren Kerngebirgsreihe durch die Luft verbunden gedacht werden. Dieser Scheitel ist aber im Tribeczgebirge, im westlichen Teile

der Niederen Tatra und im Lubochniakerne derart von mesozoischen Bildungen bedeckt, daß die Verbindung der kristallinen Kerne von oben her kaum möglich ist. Im östlichen Teile der Niederen Tatra zeigt der kristalline Kern im Königsbergzuge eine ziemlich flache kuppelförmige Lagerung, die mit dieser Verbindung ebenfalls nicht vereinbar ist.[1] Ferner müßte in diesem Falle die Kalkzone der Niederen Tatra dem inversen Schenkel entsprechen und das ist ebenfalls sehr unwahrscheinlich.

Die zweite Eventualität, Verbindung der Zentralkerne von unten her, begegnet dagegen keinen Schwierigkeiten. In diesem Falle wären die Zentralkerne als lokale Vorwölbungen der zusammenhängenden Decke aufzufassen. Im aufgerissenen und denudierten Scheitel[2] kommen die ältesten kristallinen, in den muldenförmig vertieften Teilen der Decken die jüngsten altertiären Bildungen zum Vorschein. Selbst die Zentralkerne der äußeren Reihe sind zum Teil von mesozoischen Schichten überspannt, wie die Kleinen Karpathen und das Fatrakrivángebirge, dessen höchste Gipfel aus mesozoischen Felsarten bestehen. Die inneren Kerngebirge zeigen vollends den kuppelförmigen Bau zum Teil in geradezu typischer Ausbildung. Im Tribeczgebirge ist der eigentliche Rückenschild der Kuppel zwar durch Erosion entfernt, aber der geologische Bau läßt keinen Zweifel an seinem ehemaligen Bestand. Die Randteile des Schildes sind hier von Brüchen durchschnitten, die in einer späteren Phase entstanden sein dürften. In viel größerer Vollständigkeit hat die flache Kuppel des Lubochniagebirges (siehe Profil in »Bau und Bild der Karpathen« p. 113) ihren Rückenschild bewahrt, wenn auch hier die Erosion vieles entfernt und im Lubochniatale bis auf den Granit eingeschnitten hat. Das Revuczagebirge, das sich südlich an den Lubochniakern anschließt, zeigt leichte Undulierungen der Decke an, die sich im Altgebirge hebt, um sich in der Granbucht wieder zu senken. Auch die drei benachbarten Kerngebirge Suchy, Mala Magura

[1] Siehe Bau und Bild der Karpathen, p. 766.

[2] Als vorgewölbte Scheitel wurden die Zentralkerne auch in »Bau und Bild der Karpathen« hingestellt, nur wurden sie als festgewurzelt aufgefaßt, während sie die Deckentektonik als wurzellos betrachten muß.

und Zjar dürften unter Annahme unterirdischen Zusammenhanges der kristallinen Kerne passend zu verbinden sein, ebenso läßt sich unter dieser Annahme das Verschwinden der Kerngebirge am Rande des Leutschau-Lublauer Alttertiärlandes verstehen. Die Kerngebirgsdecke blieb hier in der Tiefe zurück, so daß im Leutschau-Lublauer Hügellande nur die jüngsten alttertiären Schichten der Decke exponiert wurden und die Decke des Zipser Erzgebirges mit ihrem Flyschanteil den Flysch der Kerngebirgsdecke eine Strecke weit überlagern konnte.[1] Am Ostrande der Niederen Tatra scheint das Hervortauchen der Kerngebirgsdecke ziemlich allmählich zu erfolgen, am Westrande des Braniszko dagegen vollzieht es sich sehr schroff und unvermittelt an einem Querbruche, der vermutlich eine nachträgliche Senkungserscheinung darstellt.

Die kuppelförmige Vorwölbung der inneren Kerngebirgsreihe ist vielleicht der Entlastung durch das Zuendegehen der Decke des Inneren Gürtels, die etwas stärkere Vorwölbung der äußeren Reihe der Stauung an der Klippenzone zuzuschreiben. Diese Stauung bewirkte am Innenrande der Hohen Tatra und des Fatrakriván-Mincsow vielleicht selbst eine leichte Rückfaltung nach Süden.

Deckenbau des Inneren Gürtels und des Mittelgebirges.

Der Innere Gürtel könnte im großen und ganzen als der Rückenschild einer großen, flachgewölbten Decke des ostalpinen Systems charakterisiert werden, wenn nicht mit der Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit gerechnet werden müßte, daß hier aus den paläozoischen und noch älteren Bildungen, die zur ostalpinen Decke gehören, Bestandteile tieferer, hochtatrischer und vielleicht selbst echt lepontinischer Decken in Fenstern zum Vorschein kommen. Sowie diese stehen hier noch zahllose andere Fragen offen: auch der merkwürdige Lagerungsgegensatz zwischen den carbonen Schichten und der »erzführenden Serie« und dem Mesozoicum. Trotz dieses

[1] Die Auseinandersetzung ist natürlich in dem Eventualfalle, daß die Überschiebung der Decken vor Ablagerung des Eocäns stattfand, entsprechend zu modifizieren.

Gegensatzes wird man das Untercarbon von Dobschau nach Analogie der nordalpinen »Grauwackenzone« zur ostalpinen Decke zu zählen haben. An der Muránylinie der nördlichen Kalkzone des Inneren Gürtels ist eine leichte Überschiebung der Trias durch kristalline Gesteine nach Norden beobachtet,[1] eine Art Rückfaltung, die vielleicht mit dem Stau an der Kerngebirgsdecke zusammenhängt. Im östlichen Teile der Kalkzone scheinen ebenfalls derartige sekundäre Erscheinungen vorzuliegen, zu denen vielleicht noch nachmalige Bewegungen hinzukommen. Genaue stratigraphische Untersuchungen werden zu zeigen haben, ob hier wie im ganzen Inneren Gürtel außer der vorherrschenden nicht noch Spuren anderer Facies existieren.

An den Südrand der südlichen Kalkzone des Inneren Gürtels legen sich pleistocäne und jungtertiäre Bildungen an. Bis zum Bükkgebirge treten ältere Gesteine nur inselförmig hervor. Auch das Wenige, was man über das Bükkgebirge weiß,[2] eignet sich nicht zur Grundlage einer Synthese. Es ist daher noch gar nicht abzusehen, welche Auffassung hier Platz greifen und wie sich das vereinzelte Auftreten der Gosau von Tapolczany aufklären wird. Bis jetzt ist aber hier nichts bekannt geworden, was auf die Existenz einer Wurzelzone hindeuten würde. Wenn der Innere Gürtel wirklich eine Decke bildet, so wird man unserem bisherigen Wissen vielleicht am besten gerecht, wenn man auch noch das Bükkgebirge in das Deckenland einbezieht. Ob vielleicht das bekannte Wehrlitvorkommen von Szarvaskő mit der Überschiebung irgendwie zusammenhängt, darüber läßt sich heute ebensowenig wie über die Rolle des Serpentins von Jekelfalu in der nördlichen Kalkzone des Inneren Gürtels eine Vermutung wagen.

Sahen wir uns trotz der beklagten offenkundigen Unzulänglichkeit unseres geologischen Wissens genötigt, eine bestimmte Anschauung über die Rolle des Inneren Gürtels als die wahrscheinlichste hinzustellen, so mögen wir auch noch um einen Schritt weiter gehen und das Ungarische Mittel-

---

[1] Siehe Bau und Bild der Karpathen, p. 694.

[2] Bau und Bild der Karpathen, p. 703.

gebirge in Betracht ziehen. Die wohlerforschte Stratigraphie dieses interessanten Gebirges zeigt, wie wir gesehen haben, südalpine Anklänge, der geologische Bau erscheint als ein mehr oder minder schollen- oder deckenförmiger, wie L. v. Lóczy betont[1] und neuerdings H. v. Staff[2] für das Gerecsegebirge bestätigt hat. Von keiner Stelle sind bisher Lagerungsverhältnisse beschrieben worden, die etwa auf das Vorhandensein einer Wurzel schließen lassen. Auch die neueste Beschreibung von H. v. Staff lehnt das Vorhandensein einer Wurzel ausdrücklich ab.[3] Diese Umstände machen es wenn der Innere Gürtel wirklich als Schubdecke aufzufassen ist, bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich, daß auch das Ungarische Mittelgebirge nichts anderes als eine Decke bildet, wohl noch nicht eine dinarische Decke, aber jedenfalls die jüngste und oberste Decke des Karpathensystems.

Die Anschauungen über den tektonischen Charakter des Ungarischen Mittelgebirges haben bekanntlich manchen Wandel durchgemacht. Ursprünglich war man geneigt, dieses Gebirge als Fortsetzung eines alpinen Faltenbogens anzusehen. Später wurde auf den Mangel deutlicher Faltungserscheinungen hingewiesen und das Gebirge als autochthone zerbrochene Decke hingestellt. Wenn wir nun hier mit aller Reserve die Vermutung aussprechen, daß es sich nicht um eine primitive, sondern eine Schubdecke handle, so können wir uns nur auf den Zusammenhang mit den übrigen Teilen der Karpathen berufen. Die Lokaltektonik kann da nur wenig Anhaltspunkte bieten, denn es wird immer schwer halten, autochthone und überschobene Decken nach den Elementen der Lokaltektonik zu unterscheiden. Ganz besonders aber gilt das für ein so schlecht aufgeschlossenes und niedriges Gebirge wie das Ungarische Mittelgebirge. Der Deckencharakter wurde hier durch Brüche alteriert. Diese Brüche, darunter der große südliche Randbruch, und die leichte Undulierung dieses Gebietes werden wohl als spätere Er-

[1] Vergl. Diener's Bau und Bild der Ostalpen, p. 498.

[2] Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik des Gerecsegebirges, Mitteilungen aus dem Jahrbuche der königl. ungar. geologischen Anstalt, XV. Bd., 3. Heft, p. 220.

[3] L. c., p. 186, 221.

scheinungen aufzufassen sein. Die Begrenzung der Mittelgebirgsdecke, die nebst dem Bakóny das Vertes-, Gerecse- und Pilisgebirge und das Waitzener Hügelland umfassen dürfte, gegen die benachbarten Elemente des Gebirgsbaues kann bei der Isoliertheit der einzelnen älteren Aufbrüche des Tieflandes natürlich nur ganz ungefähr vorgenommen werden.

Besondere Aufmerksamkeit verdient der kleine, aus der jungtertiären und pleistocänen Ebene südöstlich vom Rande des Mittelgebirges aufragende Granitstock des Meleghegy bei Stuhlweißenburg. Da diese Granitinsel von Quarziten und Quarzkonglomeraten und Phylliten umgeben ist, so wird man, wie schon F. v. Hauer[1] bemerkt, an die zentralen Granitstöcke der Nordkarpathen gemahnt. Ein teilweise schiefriger und in verschiedenem Grade dichter bis kristalliner Kalk, der in Sárhegy die Fortsetzung dieses Gebirges bildet und dessen Beschaffenheit nach der vorliegenden Beschreibung an den hochtatrischen Kalk erinnert, scheint diese Analogie zu erhöhen. Man könnte daher geneigt sein, an einen Zusammenhang dieses kleinen Inselgebirges mit der Kerngebirgsdecke zu denken und darin ein hochtatrisches Fenster zu erblicken, wenn nicht die Angabe Jokely's vorläge, daß sich Bruchstücke des Phyllits im Granite vorfinden, eine in den Kerngebirgen bisher nicht beobachtete Erscheinung, durch die sich F. v. Hauer veranlaßt sah, die Analogie mit den granitischen Massen der Südalpen in den Vordergrund zu stellen.

Es ist heute ebensowenig möglich, das wahre Wesen dieser merkwürdigen Granitinsel zu erkennen, wie die Bedeutung des Fünfkirchener Gebirges, der slawonischen Züge und der gesamten ungarischen Tiefebene zu würdigen. Die Aufrollung dieser Fragen, die uns heute als große Rätsel gegenüberstehen, erscheint noch verfrüht und muß einer späteren, besser unterrichteten und tiefer blickenden Zeit überlassen bleiben.

Vielleicht noch problematischer erscheint die Wurzelfrage, hier wie in den Alpen der wunde Punkt der Deckenlehre. Wir können nur annehmen, daß die Wurzeln unter den

[1] Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1870, p. 466.

jüngeren Decken verborgen sind (siehe Taf. I, Fig. 3), an welche Stelle sie aber hier zu verlegen sind, dafür liegen bisher keine Anhaltspunkte vor. Daher ist es auch nicht möglich anzugeben, wie groß der Weg ist, den unsere Decken zurückgelegt haben. Daß er größer, vielleicht beträchtlich größer war als der der alpinen Decken, scheint aus der gesamten Lage und der Halbkreisform der Karpathen hervorzugehen. Man kann angesichts dieser dunklen und schwierigen Fragen nur hoffen, daß die Erforschung des Inneren Gürtels sowie der ungarischen Tiefebene und ihrer Inselgebirge auch hierüber etwas Licht verbreiten werde.

IV. Die Ostkarpathen.

Die vorliegenden Äußerungen über Deckenbau in den Ostkarpathen.

Die Tektonik der Ost- und Südkarpathen ist schon wiederholt unter den Gesichtspunkt der Überfaltung gerückt worden: zuerst 1903 von J. Bergeron,[1] dann 1905 von G. Munteanu-Murgoci[2] und M. Limanowski.[3]

Den Ausgangspunkt der Vorstellungen Bergeron's bilden die von ihm beobachteten Anzeichen von Gleitung, Ausziehung und Anschwellung in dem linsenartigen Liaskohlenflöze von Brandus im Jalomitzatale (Rumänien). Die Kohle ist hier von einer, aus zermalmtem und zersetztem Sericitschiefer hervorgegangenen tonigen Schicht umkleidet; die Kontaktfläche zwischen der Kohle und dieser Breccienschicht ist eine Gleitfläche. Ähnliche Anzeichen zeige das ganze Lias-Doggerband am Rande des alten Gebirges. Auf stattgehabte Verfrachtung verweise auch das Vorkommen von gerundeten Blöcken von Tithon-Neokomkalk im Bereiche des sogenannten

---

[1] Observations relatives à la structure de la haute vallée de la Jalomita (Roumanie) et des Carpathes Roumaines. Bull. Soc. géol. France, 4. sér., t. IV, p. 54.

[2] La grande Nappe de Charriage des Carpathes méridionales. Compt. rend., 3. juillet 1905, 31. juillet 1905, 4. sept. 1905.

[3] l. c.

Barrêmiens[1] und auch die von Cenomankonglomerat umgebenen Tithon-Neokomkalkmassen stellen nicht Inselklippen vor, sondern seien als bei der Verfrachtung zerbrochene und in die Risse des oberen Deckenteiles eingedrungene Massen anzusehen. In obercretacischer und tertiärer Zeit bildeten die kristallinen Gesteine zwar in der Tat Inseln, die das Material für die rings um sie sich ablagernden obercretacischen und tertiären Sedimente abgaben, dann aber setzte sich das Mesozoicum samt dem Tertiär der Flyschzone als Schubdecke in

[1] Indem Bergeron die neokomen Karpathensandsteine am Außenrande des kristallinen Gebirges als Barrêmien bezeichnet, folgt er einer nicht ganz richtigen Übung der rumänischen Literatur. Man hat diese Bezeichnung vermutlich auf Grund einer gewissen Ähnlichkeit der betreffenden Gesteine mit den Barrêmienmergeln des V. Muierie eingeführt. Aber diese Mergel gehen aus Caprotinenkalken hervor und haben keine räumliche Beziehung zum neokomen Karpathensandstein, der auch stratigraphisch eine andere Bedeutung hat. Unter den Versteinerungen, die Herbich in diesem Karpathensandstein vorfand, befindet sich auch ein *Hoplites (Neocomites)* aus der Verwandtschaft des *N. neocomiensis* d'Orb. (s. Herbich, Széklerland, p. 222, Paul und Tietze, Neue Studien in d. Sandsteinz. d. Karp., Jahrbuch geol. Reichsanst., 1879, p. 192). Bei einem Besuche des Klausenburger Museums konnte ich mich von der Richtigkeit dieser Bestimmung überzeugen. Es ist also vor allem das Unterneokom oder Valanginien, das in diesem neokomen Karpathensandstein nachgewiesen ist, der übrigens wahrscheinlich auch andere Stufen der Unterkreide enthalten dürfte.

Bergeron bezeichnet diese neokomen Karpathensandsteine auch als Ropiankaschichten (und versetzt dabei die mittelgalizische Lokalität Ropianka nach Schlesien!). Auch diese Bezeichnung ist, wie ich wiederholt an anderen Orten gezeigt habe, unzulässig. Es gab niemals einen und es gibt auch heute keinen Beweis für das von Paul behauptete neokome Alter der Ropiankaschichten. Die Schichten von Ropianka enthalten keine neokomen Versteinerungen und sind durch meilenweites Eocänland vom echten Neokom getrennt. Manche Forscher, wie neuestens Posewitz (Mitteilungen a. d. Jahrbuch d. kg. ung. Geol. Anstalt 1907, p. 282, 289) betrachten die Ropiankaschichten als alttertiär. Diese wären in diesem Falle zu unterscheiden von anderen, in der weiteren Umgebung von Ropianka auftretenden Schichten, die Inoceramen enthalten, deren Übereinstimmung mit den Inoceramen des obercretacischen Wiener Sandsteines unbestritten ist. Die Ropiankaschichten der letzteren Art (Ropaschichten) sind also obercretacisch. Auch derjenige, dem das obercretacische Alter der Schichten von Ropianka noch nicht hinlänglich genug bewiesen erscheint, kann diese Schichten nicht als neokom bezeichnen; nach den allgemein gültigen Regeln der stratigraphischen Nomenklatur darf daher die Bezeichnung Ropiankaschichten auf neokome Gesteine nicht übertragen werden.

Bewegung und überschritt die alten Massen nach Süden und Osten. Diese Verfrachtung erfolgte nach Bergeron am Schlusse der Salztonperiode (Helvetian) oder gar erst am Ende der sarmatischen Zeit.

Auf einer weit breiteren Grundlage von wohl ausgearbeiteten Beobachtungen baut Munteanu-Murgoci auf. Die sogenannte erste Gruppe der kristallinen Schiefer Mrazec's setzt bekanntlich den größten Teil der Transsylvanischen Alpen zusammen; die zweite Gruppe dagegen kommt hauptsächlich nur im Gebiete des Paringu, Retiezat und Vulcanu im westlichen Abschnitte dieses Gebirges zu Tage. Der Kontakt dieser beiden Gruppen vollzieht sich in eigentümlicher Weise: überall tritt am Kontakt das Mesozoicum in einer mehr oder minder metamorphen Facies auf; es ruht auf den kristallinen Gesteinen der zweiten Gruppe auf und ist stets von Grünsteinen, Diabas und Serpentin begleitet; überall fällt das Mesozoicum unter die kristallinen Felsarten der ersten Gruppe ein. Diese eigentümliche Überschiebung der zweiten Gruppe und ihres Mesozoicums seitens der ersten Gruppe war an der Linie Cerna—Petroseni—Jietu schon B. v. Inkey bekannt, Schafarzik hat sie im Cernatale bestätigt und Munteanu-Murgoci verfolgte sie durch die Täler des Jietu, Lotru und der Latoritza bis Ciunget und Polovraci. Zieht man alle diese Überschiebungen in eine zusammen, so erscheint die erste Gruppe samt dem ihr auflagernden nichtmetamorphen Mesozoicum als eine große, gigantische Decke, das Gebiet der zweiten Gruppe im Paringu, Vulcanu und Retiezat zwischen der Latoritza und dem Donaudurchbruch als ein großes Fenster. In diesem Fenster wiederum erscheinen Deckschollen der ersten Gruppe. Namentlich bei Closani konnte Munteanu-Murgoci nachweisen, daß das Mesozoicum der zweiten Gruppe, welche Murgoci im Verhältnis zur Überfaltungsdecke der ersten Gruppe als autochthon bezeichnet, nach allen Seiten eine bis Bahna und zum Eisernen Tor sich erstreckende Scholle der ersten Gruppe unterteuft, die sich sonach als wurzellose Deckscholle erweist.

Auf dem Rücken der Decke der »ersten Gruppe« liegt das nichtmetamorphe-Mesozoicum, Lias, Dogger, Oberjura- und Neokom(Caprotinen)kalk, ferner in den Becken von Brezoiu,

von Hátzeg, Gura Vaj Cenomankonglomerat, Senonmergel und Eocän. Oberkreide und Alttertiär gehören ausschließlich der oberen Decke der ersten Gruppe an, ihre Geschiebe bestehen ausschließlich aus Felsarten dieser Gruppe und noch niemals fanden sich darin Geschiebe von Serpentin oder anderen Gesteinen der zweiten Gruppe. Offenbar war, so schließt Munteanu-Murgoci, zu Beginn der Oberkreide die zweite Gruppe von der ersten noch völlig gedeckt; da ferner auf dem Alttertiär der Decke alle jüngeren Formationen bis zum Levantin regelmäßig aufruhen, so stellt sich die Überfaltung hier als ein vorcenomaner Vorgang dar.

Wiederum ein gänzlich abweichendes Bild entwirft M. Limanowski. Gestützt auf die Untersuchungen von Hugo Zapałowicz[1] in der Marmaros möchte Limanowski eine tiefere Decke *B* mit metamorphem Mesozoicum (Schistes lustrés) von einer höheren *A* mit normalem Mesozoicum unterscheiden. Das letztere umfaßt alle die mannigfaltigen, teilweise sehr fossilreichen triadischen, jurassischen und neokomen Gesteine der Ostkarpathen samt dem Verrucano und zu ihr gehört auch das Cenoman mit *Exogyra columba*, die Senonmergel, der Nummulitenkalk und das jüngere Alttertiär.

Die Basis dieser Schichtenfolge *A* bildet den Schauplatz der großartigsten Verschleifungen und Ausmerzungen, die nicht nur die unteren Glieder der Decke *A*, sondern sogar auch die darunter liegende Decke *B* betreffen, ja es kann geschehen, daß auf diese Weise das oberste *A* auf das tiefste *B* zu liegen kommt. Eine solche Zone der intensivsten Verschleifung bildet nach Limanowski der ganze Innensaum des kristallinen Stockes der Ostkarpathen, denn hier liegen ja bekanntlich Oberkreide und Nummulitenschichten überall unmittelbar auf den kristallinen Schiefern: jene sind der oberste Teil der Decke *A*, diese der tiefste der Decke *B*. Viel vollständiger ist die Decke *A* am Außenrande der kristallinen Zone. Jenseits dieses Außenrandes aber erscheint eine Zone von neokomem Karpathensandstein, die bekanntlich unter den kristallinen Schiefer einfällt. Mit dieser Zone läßt Limanowski eine neue geologische

[1] Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1886.

Einheit, die Region des »überstürzten Flysches«, beginnen, die bis zum Außenrande der Karpathen reicht.

Auf diesem überstürzten Flysch schwimmt nun nach Limanowski der Magurasandstein des Czernahorakammes. Splitter von mesozoischen Kalken und Trapp (meine Kőrösmezőer Klippen) samt diesem Magurasandstein faßt Limanowski als den am weitesten nach außen vorgeschobenen Teil der Decke *A* auf, der nur durch Erosion von dem, auf den kristallinen Schiefer zurückgebliebenen Teil getrennt ist. Da er nun die Decke *A* als dinarisch ansieht, gelangt er bei der Verbindung des Czernahorazuges mit der Magurasandsteinzone der Zentralkarpathen von Osten her zu der so befremdlichen Assimilierung der pieninischen Klippenzone und des beskidischen Magurasandsteines mit den Dinariden.

Diese kurze Übersicht zeigt, daß die bisherigen Versuche, die Ostkarpathen aus dem Gesichtspunkte der Überfaltung zu verstehen, zu gegensätzlichen Auffassungen geführt haben. Offenbar unterscheiden sich die Aufstellungen von Munteanu-Murgoci schon methodisch beträchtlich von den Versuchen Bergeron's und Limanowski's.

Während Bergeron und noch mehr Limanowski weitgreifende Schlüsse ziehen, begnügt sich Munteanu-Murgoci zunächst mit der Feststellung des Tatbestandes in einem enger umgrenzten Gebiete, über welches ihm aber genaue und sehr vollständige Beobachtungen zu Gebote stehen. Im Banater Gebirge und in den Transsylvanischen Alpen haben ja eine Reihe von ungarischen und rumänischen Geologen seit Jahren Vorzügliches geleistet und haben dieses Gebirge durch sorgfältige und erschöpfende geologische Aufnahmen zu einem der bestbekannten Teile der Karpathen erhoben.

Wohl liegt es im Bereiche der Möglichkeit, die geologischen Verhältnisse der Transsylvanischen Alpen durch Annahme verschiedener lokaler Dislokationen zu erklären, wenn man sich auf den besonderen Fall beschränkt, aber diese Deutungen versagen bei dem Versuche, ein größeres Gebirgsstück zu verstehen. Dagegen läßt es sich nicht leugnen, daß durch die Auffassung Munteanu-Murgoci's das Zusammengehörige vereinigt und mit einem Schlage Klarheit

und Einsicht in das scheinbare Gewirre dieses Gebirges gebracht wird. Man versteht nun, warum die Tektonik der kristallinen Schiefer der ersten Gruppe keine Fortsetzung in der zweiten Gruppe findet, sondern beide Gruppen unabhängig voneinander erscheinen, und warum die beiden Gruppen eine so eigenartige kapriziöse Verteilung aufzeigen. Die vier Antiklinalen v. Inkey's erscheinen nunmehr als ein Detail der speziellen Tektonik der oberen Decke.

So scheint denn vieles für die Richtigkeit der Anschauungen Munteanu-Murgoci's zu sprechen und wir können hoffen, daß hier gleichsam ein Kristallisationspunkt gegeben ist, an den weitere Erkenntnisse anschießen werden. Auf die Bedeutung der Serpentine und Diabase in der Nähe der Überschiebung und den Zusammenhang ihres Auftretens mit dem Überfaltungsvorgang hat schon Munteanu-Murgoci hingewiesen. Da diese Felsarten in den Alpen speziell der lepontinischen Deckengruppe vorbehalten sind, könnte man, wenn das nicht zu gewagt wäre, vermuten, daß die untere Decke etwa der lepontinischen Deckengruppe der Alpen gleichzustellen sei. Durch Einbeziehung des gesamten Banater Gebirges und des Biharstockes und seiner Umrahmung, dessen geologische Aufnahme der Vollendung entgegengeht, wird hier über einen bedeutenden Teil der Karpathen und auch des Balkan Licht verbreitet werden. Rumänische und ungarische Geologen sind im Begriffe, diese Aufgabe erfolgreich zu lösen und so können wir darauf verzichten, auf diesen Teil des Gebirges näher einzugehen.

Was nun die Darlegungen Bergeron's betrifft, so ist einzuräumen, daß dasjenige, was dieser Forscher über die Gleitungen im Bergwerk von Brandus und überhaupt im Jalomițagebiete vorbrachte, sicherlich von Wert und Bedeutung ist. Auch der Hinweis auf die Tithon-Neokomblöcke im sogenannten Barrêmien ist in diesem Zusammenhange wichtig, allein als einzige Beweise für gigantische Verfrachtungen sind diese Beobachtungen etwas dürftig. Bergeron ließ sich die Tatsache entgehen, daß sich am Außenrande der kristallinen Zone der Ostkarpathen ein Band von neokomen Karpathensandsteinen hinzieht, eben jenes öfter erwähnte »Barrêmien«, das

von der kalkigen Riffacies des Neokom unabhängig ist und dessen Schichten an vielen Punkten unter das kristalline Gebirge einfallen.[1] Er hat infolgedessen Bildungen vereinigt, die nicht zusammengehören, nämlich die Gesteine der eigentlichen Flyschzone am Außenrande des kristallinen Gebirges und die mesozoischen und tertiären Auflagerungen auf dem kristallinen Gebirge.

M. Limanowski wußte dagegen die Bedeutung dieser Neokomzone wohl zu würdigen, indem er sie vom alten Gebirge loslöste. Die Ausquetschungen an der Basis der Decke *A*, auf die sich Limanowski beruft, sind in der Beschränkung auf die mesozoische Randmulde, z. B. am Fuße der Kalkwand des Széklerlandes, im wesentlichen dieselben Erscheinungen, die Bergeron aus dem Jalomițatale erwähnt hat,[2] und so sehen wir, daß Limanowski mit einigen, für die Beurteilung des geologischen Baues maßgebenden Tatsachen gerechnet hat. Jedoch gegen mehrere andere Annahmen von Limanowski erheben sich schwerwiegende Bedenken, vor allem gegen die Verschmelzung des in der eigentlichen Flyschzone gelegenen alttertiären Czernahorazuges mit der Decke *A*. Denn dieser Zug hat mit der Decke *A* gar nichts gemeinsam, weder den Nummulitenkalk noch auch die Oberkreide. Auch von den spärlichen Klippen des Czernahorazuges steht es durchaus nicht fest, daß sie mit Gesteinen der Decke *A* identisch sind.

Sicher ist sowohl die Aufeinanderfolge wie auch die Beschaffenheit des jüngeren Alttertiärs zu beiden Seiten des kristallinen Rückens gänzlich verschieden; Zapałowicz war sich dieser Verschiedenheit so wohl bewußt, daß er das Bedürfnis empfand, verschiedene Lokalnamen für diese Bildungen einzuführen; er unterschied an der Innenseite über dem Nummulitenkalk »strzolkaartige Schichten«, darüber

---

[1] Vergl. Uhlig, Bezieh. d. südl. Klippenzone zu d. Ostkarpathen, Sitzungsber. kais. Akademie, math.-nat. Kl., 106. Bd., 1897, p. 17 (204). — Bau und Bild der Karpathen, Wien-Leipzig 1903, p. 163.

[2] Es sind das auch dieselben Erscheinungen, die ich im Auge hatte, als ich 1897 in meinem Aufsatze über die Beziehungen der südlichen Klippenzone zu den Ostkarpathen (Sitzungsber. 106. Bd., p. 200) von Überschiebungen gewisser Kalkfelsen über ältere Gesteine sprach.

Birtiusandstein, dunkle Schiefer und endlich Borsasandstein, im Czernahorazuge dagegen schwarze Schiefer, kieselige Sandsteine und selbst Hornsteine des Unteroligocäns[1] und die eigentlichen Magurasandsteine. Der Czernahorazug unterscheidet sich in Wirklichkeit vom Alttertiär der Innenseite nicht weniger als der beskidische Magurasandstein vom subtatrischen Alttertiär.[2]

Die Schichten des Magurasandsteinzuges zeigen nach Zapałowicz vorherrschend südliches Einfallen (l. c., p. 566) und diese Struktur tritt noch wesentlich prägnanter hervor, wenn man den nördlichen Neokomzug von Zapałowicz zum Czernahora-Oligocän zieht, wie es Limanowski tut und wie ich es ebenfalls für wahrscheinlich halte. Somit sprechen weder die Facies-, noch die Lagerungsverhältnisse zu Gunsten der Einreihung des Czernahorazuges in die Decke *A*.

Die Kőrösmezőer Klippen spielen in der Darstellung Limanowski's eine entscheidende Rolle; bilden sie doch gleichsam die Indikatoren für die Zugehörigkeit des Czernahorazuges zur Decke *A*. Da aber Oberkreide und Eocän am kristallinen Rücken der Marmaros, der Bukowina und der Moldau direkt aufruhen, so ist Limanowski hier zur Annahme von Ekrasierungen gezwungen, welche an der ganzen 140 *km* langen Linie von Trebusza in der Marmaros bis Glodu in der Moldau Schichten von mehr als 1000 *m* Mächtigkeit entfernt haben. Wir wollen nicht davon sprechen, daß die winzigen Splitter der Kőrösmezőer Klippen eine mangelhafte Vertretung dieser gewaltigen ekrasierten Gebirgsmassen bilden, aber wir müssen doch hervorheben, daß das Cenoman über dem kristallinen Gebirge mit echten Grundkonglomeraten einsetzt, deren faust- bis kopfgroße und noch größere Geschiebe mindestens teilweise mit dem Grundgebirge identisch sind. Auch H. Zapałowicz[3] versichert uns an einzelnen Stellen ausdrücklich der Identität gewisser Geschiebemassen mit dem im Hinter-

---

[1] Diese dunklen Gesteine entsprechen aller Wahrscheinlichkeit nach den Schipother Schichten Paul's.

[2] Es sei hier eingeschaltet, daß die Nummulitenkalke und der darüber liegende Flysch der Innenseite des alten Gebirges der Ostkarpathen auf das beste dem subtatrischen Nummulitenkalk und Flysch entsprechen.

[3] Jahrb. geolog. Reichsanstalt, 1886, p. 476.

grunde anstehenden Gneisen und kristallinen Kalken. Nach Limanowski wären das freilich mechanische Breccien. Nun gibt es ja gewiß Fälle, wo die Frage, ob Ablagerungs- oder mechanische Breccien vorliegen, nicht so leicht zu entscheiden ist; zu diesen zweideutigen Bildungen gehören aber unsere Konglomerate nicht. Man kann sich z. B. in dem wiederholt untersuchten Gebiete des Cibobaches bei Kirlibaba überzeugen, wie deutlich die Geschiebeform ausgebildet und wie vollständig die petrographische Übereinstimmung der Geschiebe mit der kristallinen Grundlage ist. Die Nummulitenkalke enthalten an der Basis zum Teil größere Geschiebe, in ihrer Hauptmasse aber nur kleinere blätterige oder schuppige Einschlüsse von Chlorit- und Glimmerschiefer und Glimmerblättchen.

Diese Einschlüsse findet man bei Trebusza in der Marmaros[1] ebenso entwickelt wie am Cibobache bei Kirlibaba oder am Ousor bei Dorna Watra. Da die Nummulitenkalke durch Cenomankonglomerat und Grünsandstein vom Glimmerschiefer getrennt und die kleinen Geschiebe durch die ganze mächtige Kalkserie von unten nach oben gleichmäßig verteilt, die Nummuliten überdies tadellos erhalten sind, so können auch diese schuppigen Glimmerschiefereinschlüsse wohl nichts anderes als echte Einschwemmungen sein.

Man kann also wohl nicht daran zweifeln, daß die Oberkreide und das Eocän echte Transgressionssedimente sind, die sich auf dem kristallinen Grundgebirge auf Kosten der vorcretacischen Ablagerungen abgesetzt haben.

Übrigens gerät Limanowski durch die Annahme, daß die Cenomankonglomerate überschoben sind, in Widerspruch mit seinen eigenen Anschauungen. In Süd- und Ostsiebenbürgen kommen dieselben Cenomankonglomerate vor wie im nördlichen Teile der Ostkarpathen. Limanowski steht nicht an, sie als Transgressionssediment aufzufassen, ja er anerkennt auch im Gegensatz zu Bergeron, daß die von diesen Konglomeraten umhüllten Tithon-Neokomkalkklippen echte Inselklippen in demselben Sinne, wie ich sie gedeutet habe

[1] Th. Posewitz, Umgebung von Marmaros-Szigeth, Budapest 1904, p. 15.

bilden. Aber diese Konglomerate liegen zum Teil auch auf dem Kristallinen und enthalten große Massen von wohlgerundeten Geschieben der kristallinen Unterlage, und zwar nicht nur in den tiefsten, sondern auch in den höchsten Schichten der mehrere hundert Meter mächtigen Bildung. Unter diesen Geschieben ist der rote, petrographisch sehr auffallende Coziagneis besonders leicht zu erkennen. Offenbar griff also die Denudation sowohl im Süden wie im Norden des ostkarpathischen Rückens zur Zeit der Oberkreide stellenweise bis auf das kristalline Gebirge, so daß das Transgressionssediment in beiden Gebieten teilweise auf dem kristallinen Gebirge abgesetzt werden konnte.

Aus Limanowski's Gliederung des kristallinen Teiles der Ostkarpathen ist nicht zu entnehmen, welche Partien des kristallinen Gebirges zu seinem metamorphen Mesozoicum gehören und welche nicht. Auch bringt er für das mesozoische Alter keine Beweise vor.[1] Ohne die Möglichkeit zu bestreiten, daß sich in irgend einem Teile der Ostkarpathen ein metamorphes Mesozoicum befindet, ähnlich demjenigen im südkarpathischen Fenster, möchte ich nur bemerken, daß die von Limanowski genannten Gesteine mit den Gesteinen dieses Fensters keine nennenswerte Übereinstimung zu zeigen scheinen,[2] und ferner, daß die Unterlage der Verrucanoserie der Randmulde in der Bukowina und im Széklerlande durchaus aus dem Cosiagneis und seinen Begleitsteinen besteht.

---

[1] Limanowski beruft sich wohl auf das Vorkommen von Ammoniten im Marmor von Trebusza und von Belemniten im Sandstein vom Kloster Rarau in der Moldau. Allein betreffs der angeblich aus dem Marmor stammenden Ammoniten ist zu bemerken, daß der Autor, auf den sich Limanowski stützt, Th. Posewitz, diese Ammoniten bei Besprechung der normalen Kreideformation als cretacisch abtut (Erläuterungen z. geolog. Spezialkarte d. Länder d. ungar. Krone, Blatt Marmaros-Szigeth, 1894, p. 13), nachdem er vorher (l. c., p. 8) ausdrücklich betont hat, daß das geologische Alter der Kalkmassen der Phyllite aus »Mangel an Versteinerungen« nicht genau zu bestimmen ist. Was aber die von Athanasiu gefundenen Belemniten betrifft, so stammen sie aus normalem, nicht metamorphem Sandstein, der auf kristallinen Schiefern aufruht. Die Berufung Limanowski's auf diese Funde ist daher unwirksam.

[2] Ob etwa die mächtigen Diabasporphyrite am Außenrande des kristallinen Rückens der Marmaros mit den Grünsteinen des südkarpathischen Fensters in irgend welche Beziehung zu bringen sind, ist vorläufig unbestimmbar.

Wichtiger als die Frage der metamorphen Schiefer ist zur Zeit die von Limanowski vorgeschlagene Auffassung der normalen ostkarpathischen Sedimentserie als dinarisch. Es wird wohl nicht notwendig sein, auf die Assimilierungen Limanowski's näher einzugehen, sondern es dürfte genügen, darauf hinzuweisen, daß vereinzelte Ähnlichkeiten der Schichtenfolge nicht genügen, um Assimilierungen von solcher Tragweite vorzunehmen. Limanowski erwähnt mit keinem Worte ein sehr bedeutungsvolles und sehr naheliegendes Vergleichsobjekt und das ist die Dobrudscha. Gibt es doch in diesem Gebiete Werfener Schiefer (mit Ammoniten), Muschelkalk, rote karnische Kalke mit *Pinacoceras Layeri*, rote Kalke der norischen Stufe (Hallstätter Kalke) und auch an basischen Eruptivgesteinen fehlt es nicht, wenn auch die Beziehungen zur Trias noch offen sind. Schon V. Anastasiu,[1] dem wir hauptsächlich die nähere Kenntnis der Dobrudschatrias verdanken, hat auf die Ähnlichkeit mit der bukowinischen Trias aufmerksam gemacht und dieser Meinung ist auch der gewiegte Spezialkenner G. v. Arthaber.[2] Die Stramberger Tithonkalke der Ostkarpathen mit ihrem Übergange in die neokomen Caprotinenkalke stimmen vollständig mit den betreffenden Gesteinen der Dobrudscha überein. An der Zusammengehörigkeit der Bildungen der Ostkarpathen und der Dobrudscha kann demnach kein Zweifel bestehen. Sind die ersteren dinarisch, so muß auch das Mesozoicum der Dobrudscha eine dinarische Schubdecke bilden. Dafür aber liegen bisher keine Beweise vor, die Dobrudscha zeigt eher die Merkmale eines autochthonen gefalteten Vorlandes.

Der Abschluß der Dobrudscha gegen die nördlichen Meere erklärt den mediterranen Charakter namentlich der Trias; offenbar bildete sie mit den Ostkarpathen, Westsiebenbürgen, dem Balkan und der Krim ein größeres einheitliches Faunen- und Faciesgebiet.[3]

---

[1] Bull. Soc. geol. France, sér. III, vol. XXV, p. 89.

[2] Alpine Trias d. Mediterrangeb., 1906, p. 438.

[3] In »Bau und Bild der Karpathen«, p. 20, als »ostkarpathisches Faciesgebiet« ausgeschieden. Vielleicht gehören noch Teile des Kaukasus und die Trias des Bogdoberges in der Astrachan'schen Steppe hierher.

Mit dieser Betrachtung entfällt wohl die von Limanowski befürwortete Identifizierung mit den Dinariden und auch die hieran für die Westkarpathen geknüpften Schlußfolgerungen.

Nach dieser längeren Diskussion möchte ich schließlich noch meiner eigenen Anschauung Ausdruck geben. Da ich aber den zu erwartenden Zusammenfassungen der rumänischen und ungarischen Geologen, wie auch meiner eigenen bevorstehenden Detailarbeit möglichst wenig vorgreifen möchte, werde ich mich hauptsächlich auf den äußeren Bogen der Ostkarpathen und auf die allgemeinen Tatsachen beschränken.

Gegenüberstellung der Flyschzone und des kristallin-mesozoischen Gebirges. Beskidische und subbeskidische Decke.

Als eine der hervorstechendsten Eigentümlichkeiten des ostkarpathischen Gebirgsbaues ist mir stets die eigentümliche Assymmetrie der cretacisch-tertiären Umrahmung des kristallinen und mesozoischen Gebirgsrückens der Ostkarpathen erschienen. Diese Umrahmung besteht zwar auf beiden Seiten dieses Rückens aus je einem Bande von Oberkreide und Alttertiär, aber an der nordöstlichen oder Außenseite schaltet sich zwischen das alte Gebirge und die Oberkreide eine Zone von untercretacischen Karpathensandsteinen ein, die an der Innenseite vollständig fehlt;[1] außerdem stimmen die Facies der beiderseitigen Oberkreidebildungen und besonders des Eocäns nicht überein. Den oben besprochenen cenomanen Konglomeraten und Sandsteinen mit *Exogyra columba* und den Inoceramenmergeln der Innenseite entsprechen an der Außenseite zwar ähnliche Sandsteine und Konglomerate, aber es fehlen die kalkreichen weißen und rötlichen Inoceramenmergel; dagegen sind an der Außenseite dünnschichtige Kalksandsteine und Schiefertone mit Hieroglyphen nach Art der Inoceramenschichten der

[1] Durchdrungen von der Wichtigkeit dieser Zone der untercretacischen Karpathensandsteine habe ich sie in tektonischen Skizzen der Karpathen zweimal besonders ausgeschieden (vergl. Sitzungsber. der kais. Akademie, 106. Bd., 1897 und Bau und Bild der Karpathen, 1903).

Sandsteinzone (Ropiankaschichten) vorhanden, die an der Innenseite bisher nicht bekannt sind. Die Geschiebe der Konglomerate sind an der Außenseite im allgemeinen kleiner, ihre petrographische Natur und Herkunft ist leider noch nicht studiert. Noch viel augenfälliger kommt die facielle Verschiedenheit im Eocän zur Geltung und am auffallendsten ist hier jedenfalls die Tatsache, daß an der Außenseite des kristallinen Rückens bisher, wie schon erwähnt, noch kein Nummulitenkalk aufgefunden wurde.

Um diese merkwürdigen Verhältnisse zu erklären, nahm ich bisher an, daß zu beiden Seiten des kristallinen Rückens verschiedene Ablagerungsbedingungen zur Kreide- und Eocänzeit bestanden hätten. Das einseitige Auftreten des neokomen Karpathensandsteines an der Außenseite und das unmittelbare Angrenzen des Neokoms an die kristallinen Schiefer ohne Einschaltung älterer mesozoischer Bildungen wurden mit der Annahme erklärt, daß zur Zeit der Unterkreide eine Transgression über den Außenrand des kristallinen Gebirges nach Norden und Osten eingetreten wäre. Das Einschießen des neokomen Karpathensandsteins unter die kristallinen Schiefer, das von Zapałowicz in der Marmaros ganz allgemein, von mir in der südlichen Bukowina und der Moldau an mehreren Punkten, von Athanasiu in der Moldau beobachtet ist, wurde der tertiären Faltung, die eine Nahüberschiebung des alten Gebirges über die angrenzenden Sandsteine zur Folge hatte, zugeschrieben. Nehmen wir aber jetzt an, es hätten sich die Flyschgesteine am Außenrande des kristallinen Gebirges ehedem nicht in so engem Anschluß an dieses, sondern in größerer Entfernung abgelagert und es wäre später nicht eine Nah- sondern eine große Fernüberschiebung eingetreten, so wird die Erklärung der Erscheinungen erleichtert. Namentlich entfällt die Notwendigkeit der Annahme einer Neokomtransgression.

Der neokome Karpathensandstein am Außenrande der kristallinen Schiefer, der in Siebenbürgen und in der Moldau mächtig entwickelt ist, verschwindet in der Bukowina an der Stelle, wo der kristalline Rücken aus dem nordsüdlichen in das nordwestliche Streichen übergeht und daher am weitesten in die

Flyschzone vorspringt, um in der Marmaros, wo sich der kristalline Rücken wieder nach Süden zurückzieht, nach Zapałowicz neuerdings wieder in großer Breite zum Vorschein zu kommen. Betrachtet man diese Verteilung auf der Karte, so erhält man den Eindruck, wie wenn die Flyschzone Band um Band unter dem Vorsprung des kristallinischen Gebirges in der Bukowina verschwände. Eine wichtige Ergänzung hiezu bildet das Vorkommen kleiner Partien von kristallinen Schiefern auf den Spitzen von Flyschbergen in der Marmaros, die als Überschiebungszeugen gedeutet zu haben ein Verdienst Limanowski's ist. Das Band des Magurasandsteins und der Schipoter Schichten, das in der Marmaros mehr als 20 *km* vom Rande der kristallinen Schiefer entfernt ist, nähert sich diesem bei Kimpolung bis auf 0·3 *km*, um sich weiter südlich an der bukowinisch-moldauischen Grenze wieder auf 12 *km* davon zu entfernen, ohne dabei das geradlinig nordwestliche Streichen wesentlich zu ändern, wie wenn die Tektonik des Flyschgebirges von der des kristallinen Rückens ziemlich unabhängig wäre.

Alle diese Erscheinungen sprechen für eine Fernüberschiebung des kristallinen Rückens und zeigen, daß man das kristalline Gebirge samt seiner mesozoischen und tertiären Überlagerung zunächst als größere Einheit der Flyschzone gegenüberstellen kann.

Die Verquerung des Flyschgebirges läßt in der Bukowina ohne Schwierigkeiten erkennen, daß dieses Gebirge in zwei Zonen zerfällt, von denen die innere die Fortsetzung der beskidischen, die äußere die Fortsetzung der subbeskidischen Decke der West- und Zentralkarpathen bildet. Die Übereinstimmung der Facies ist bei der subbeskidischen Decke besonders groß. An ihrem Außenrande liegt bei Krasna an der Sohle eines Zuges von Wamasandstein und Menilitschiefer eine schon erwähnte Tithonklippe in Begleitung einer mächtigen großblockigen Breccie des grünen Dobrudschagesteins. Sie ist wahrscheinlich unmittelbar oder nur unter Vermittlung einer geringen Mächtigkeit von subbeskidischem Flysch auf Salzton geschoben. Die subbeskidische Decke fällt auch in der Bukowina unter die beskidische ein, die hauptsächlich aus dem Neokomkarpathensand-

stein, Oberkreide, Magurasandstein und Schipoter Schichten besteht. Ihre Zusammensetzung ist weniger genau bekannt, ihr Zusammenhang mit der beskidischen Decke der Zentralkarpathen weniger sichergestellt, als dies bei der subbeskidischen Decke der Fall ist. Der »neokome Karpathensandstein« bildet eine mächtige Wechsellagerung von plattigen Mergelschiefern, kalkigen, glimmerreichen Sandsteinbänken, kalkreichen »Hieroglyphensandsteinen« und Schiefertonen. Eine nähere Gliederung nach Art des schlesischen Neokoms ist darin noch nicht nachgewiesen, immerhin steht das schlesische (beskidische) Neokom dem ostkarpathischen näher als irgend einer anderen Neokombildung der Karpathen.

Die Verfolgung der beskidischen Decke nach Rumänien, die Feststellung ihrer speziellen Tektonik und die nähere Erforschung der Kőrösmezőer Klippen sind der Zukunft anheimgegeben. Nur die Geschiebeführung wollen wir hier noch kurz streifen. Der subbeskidische Flysch der Ostkarpathen ist reich an kleinen Geschieben des grünen Dobrudschagesteines; derartige Geschiebe scheinen im Neokom der beskidischen Decke zu fehlen, das dagegen kleine Bruchstücke von Glimmerschiefer enthält, die aus dem kristallinen Rücken der Ostkarpathen zu stammen scheinen. Leider ist aber die Geschiebeführung beider Decken noch nicht genau genug erforscht, um mit Sicherheit sagen zu können, ob diese Geschiebetypen in beiden Decken sich gegenseitig ausschließen oder ob und in welchem Grade sie sich mischen.

Die mesozoische Randmulde. Bukowinische und siebenbürgische Decke.

Die kristallinen Schiefer tragen bekanntlich nahe ihrem Außenrande eine breite Mulde, die mit den Verrucano genannten Gesteinen beginnt und Trias, Jura und Kreide umfaßt. Für die Deutung dieser Mulde scheinen folgende Tatsachen von Wichtigkeit zu sein. In der Gegend von Kimpolung in der südlichen Bukowina sind Tithon und Unterkreide innerhalb der Mulde in verschiedener Facies entwickelt: am Außenflügel in Form von schieferigen Mergelkalken mit Aptychen und teils

kalkigen, teils sehr harten grobbankigen Sandsteinen (Muncselsandsteinen), am Innenflügel in Form von weißen und rötlichen Kalken mit Korallen und Requienien.[1] Die Sandsteinmergelfacies hat zwar viel Ähnlichkeit mit der Flyschfacies des Neokom der beskidischen Decke, sie unterscheidet sich aber doch namentlich durch das Vorkommen der grobbankigen Muncselsandsteine und echter Aptychenmergel, ähnlich denen der Fleckenmergelfacies, ferner durch die größeren Geschiebeeinschlüsse, deren petrographische Beschaffenheit auf Herkunft aus dem kristallinen Rücken hinweist.

Eine zweite bedeutungsvolle Tatsache möchte ich in dem Umstande erblicken, daß sich nur der Verrucano und der darüber liegende Dolomit, den ich in Ermanglung einer besseren Bezeichnung Verrucanodolomit genannt habe, und höchstens noch der bunte Schiefer und die Jaspisschichten durch das ganze Gebirge ununterbrochen in regelmäßiger Weise verfolgen lassen. Alle übrigen so mannigfaltigen Ablagerungen, vor allen die der Trias und des Jura kommen nur im Hangenden der genannten Schichtenfolge, und zwar in höchst unregelmäßiger Weise als weithin zerstreute, isolierte Fetzen und Schollen vor. Dieses schollenförmige Vorkommen teilt in der Bukowina sogar der mächtige Neokomkalk, der in Siebenbürgen mehr zusammenhängende Tafeln bildet.

Die dritte Tatsache besteht in den Gleitungs- und Überschiebungserscheinungen, die unmittelbar über den Jaspisschichten und den schwarzen Schiefern oder auch über dem Verrucanodolomit angedeutet sind. Wir haben von diesen Erscheinungen bereits gesprochen: bald kommen über der Verrucanoserie und den Jaspisschichten Triaskalkfetzen, bald Lias oder Dogger, bald direkt Neokomgesteine vor. Die Gesteine dieser Serie sind auch gegeneinander verschoben, so zwar, daß z. B. im Valea seaca bei Kimpolung Neokomkorallenkalk in Werfener Schiefer gepreßt ist und an

[1] Der Nachweis dieser Requienienkalke wurde von mir 1889 (Sitzungsber. kais. Akad., math.-nat. Kl., 98 Bd., 1889, p. 735) erbracht. Später fand Athanasiu Urgonversteinerungen am Rareu (Verhandl. geol. Reichsanst. 1899, p. 134).

der Todiresca Werfener Schiefer und triadische Eruptiva mit Neokomgesteinen verknetet sind. Sind auch nur äußerst selten die Gleitflächen in Spuren sichtbar, so enthalten doch die überschobenen Gesteine zuweilen Fragmente der ihre Bahn bildenden Felsarten.

Von der Voraussetzung ausgehend, daß die Schichtenreihe auf dem kristallinen Rücken eine einheitliche ist, muß man den Verrucano und den ihn begleitenden Dolomit sowie die Jaspisschichten tief unter das stratigraphische Niveau der Werfener Schiefer herabrücken. Wenn man aber bedenkt, daß z. B. im Tale Valea seaca bei Kimpolung auf dem Untergrunde der Jaspisschichten sowohl eine große Scholle von Werfener Schiefer wie eine kleinere von Adnether Liaskalk aufruht, so beginnt man an der regelmäßigen Auflagerung der Werfener Schiefer zu zweifeln und wenn man sich die vorher erwähnten Tatsachen vorhält, so drängt sich die Vermutung auf, daß hier offenbar zwei Schichtreihen, eine tiefere, auf kristallinem Schiefer abgelagerte und eine höhere überschobene Schichtenreihe vorliegen. Die tiefere Schichtenreihe — ich werde sie bukowinische Serie nennen, weil sie in der Bukowina am besten entwickelt ist — besteht aus Verrucanokonglomerat und Quarzit, Verrucanodolomit, Jaspisschichten und den noch wenig scharf gefaßten schwärzlichen Schiefern, sodann aus dem sandig-mergeligen Tithon und Neokom mit Geschieben von kristallinen Schiefern. Die höhere Serie — sie sei wegen ihrer Hauptentwicklung in Siebenbürgen siebenbürgische Serie genannt — besteht aus Werfener Schiefer, Muschelkalk, roten Wengener Kalken, roten karnischen Kalken, grauen koralligenen karnischen und rhätischen Kalken, Hallstätter Kalken, kurz aus den bekannten fossilreichen Bildungen der ostkarpathischen Trias und ihren so mannigfaltigen Eruptivgesteinen, ferner den Gesteinen des Lias und des Braunen Jura, dem Kimmeridge, dem koralligenen Tithon und Neokom. Offenbar ist die höhere Serie als Überfaltungsdecke über die tiefere geschoben und da die kristalline Unterlage der tieferen vom Flyschneokom der beskidischen Decke unterlagert wird und daher auch eine Decke bilden muß, so haben wir hier zwei Decken zu unterscheiden, die wir als

siebenbürgische und bukowinische Decke bezeichnen wollen.[1]

Die Loslösung der höheren siebenbürgischen Decke ist für die Beurteilung der Stratigraphie der tieferen bukowinischen Decke nicht ohne Bedeutung. Das unterste Glied, das Verrucanogrundkonglomerat, liegt auf dem Glimmerschiefer und Gneis unter Verhältnissen auf, die auf regelmäßige Auflagerung schließen lassen. Man sieht an gut aufgeschlossenen Stellen keine Spur einer Gleitfläche und der Charakter des Sediments ist der einer Aufarbeitungsbildung. Dieses Quarzkonglomerat und der begleitende Quarzsandstein entsprechen in sehr vollkommener Weise dem westkarpathischen sogenannten Permquarzit. Daß es sich bei diesem Quarzit um Perm handle, ist bekanntlich nur eine Vermutung. In den Alpen neigt man sich dazu, den entsprechenden Quarzit als untertriadisch oder permotriadisch anzusehen. Auch in der Bukowina könnte gegen eine derartige kleine Verschiebung des stratigraphischen Niveaus keine Einwendung erhoben werden. Der Verrucanodolomit rückte dann samt den darüberliegenden bunten Jaspisschichten vollends in die Trias hinauf. Die enge Zusammengehörigkeit des Verrucanokonglomerates und des Verrucanodolomits bleibt natürlich bestehen und es empfiehlt sich, diese Namen so lange beizubehalten, bis nicht Fossilfunde volles Licht über die Altersfrage verbreitet haben.

Vielleicht sind gewisse Serpentine, wie der von Demba bei Breaza und andere basische Gesteine der Zone der Jaspisschichten zugeordnet; ich möchte aber vorläufig keine bestimmtere Ansicht darüber aussprechen. Ob irgendwelche Juragesteine zu dieser Serie gehören, ist fraglich.

Die alte Unterlage der bukowinischen Serie ist durch die Entwicklung eines sehr auffallenden und leicht kenntlichen Gneises oder Gneisgranites ausgezeichnet, der von mir aus der Gegend von Luisental (Fundul Moldowi) bei Pojorita in der Bukowina bis an das Südende der kristallinen Zone in Siebenbürgen

[1] Die deckenförmige Überlagerung der bukowinischen Decke durch die siebenbürgische kommt teilweise schon in den in »Bau u. Bild der Karpathen« eingeschalteten Profilen der ostkarpathischen Randmulde zum Ausdruck, besonders deutlich im Profil, Fig. 86. p. 804.

mehr oder minder ununterbrochen verfolgt werden konnte und der an einzelnen Stellen auch am Außenflügel der großen Randmulde vorkommt. Die Beschreibung des Cosiagneises der Transsylvanischen Alpen, die wir Reinhardt verdanken, läßt keinen Zweifel darüber, daß unser roter Gneis mit dem Cosiagneis identisch ist. Der Cosiagneis ist begleitet von Glimmer-, Chlorit- und Amphibolschiefern, Porphyroiden, Kieselschiefern und kristallinen Kalken, die ebenfalls eine große Ähnlichkeit mit jenen Gesteinen der ersten Gruppe Mrazec's zu haben scheinen, die mit dem Cosiagneis in den Transsylvanischen Alpen vergesellschaftet sind. Man wird also wohl sagen dürfen, daß Gesteine der ersten Gruppe Mrazec's auf weite Strecken die Unterlage der bukowinischen Serie bilden.

Vergleicht man nun von diesem Gesichtspunkte aus das alte Gebirge der Ostkarpathen mit den westkarpathischen Kerngebirgen, so zeigt sich eine unerwartete Analogie: in beiden Regionen liegen zwei Decken übereinander, von denen nur die tiefere auf kristallinen Schiefern ruht und die höhere einen südlicheren Facieschарakter aufweist als die tiefere. Unter diesen Umständen liegt es sehr nahe, die bukowinische Decke mit der hochtatrischen, die siebenbürgische mit der subtatrischen in eine gewisse Parallele zu bringen. Von dieser Parallele im Sinne eines gegenseitigen lateralen Ersatzes der genannten Decken kann man heute nur ganz beiläufig sprechen; eine konkrete Behandlung dieser Frage wird leider erst möglich sein, wenn einmal genaue Untersuchungen über den östlichsten Teil der südlichen Klippenzone im Marmaroser Komitate vorliegen werden.

Wir sind über diesen dürftigst bekannten Teil der südlichen Klippenzone leider auf äußerst spärliche, von der ersten österreichischen Übersichtsaufnahme aus dem Jahre 1858 herstammende Nachrichten angewiesen.[1] Ihnen zufolge kommen Crinoidenkalke des Dogger, also eine der bezeichnendsten Bildungen der subpieninischen Facies, bis Dolha, d. i. zirka 62 *km* westlich vom äußersten Rande des kristallinen Rückens, Aptychenkalke,

[1] F. v. Hauer, Jahrbuch geolog. Reichsanstalt, 1859, p. 414 bis 428.

also Bildungen der pieninischen Serie, noch weiter östlich bis zum Taraczkotale, nur 15 *km* westlich vom Rande des kristallinen Rückens vor. Es hat somit den Anschein, wie wenn die pieninische und selbst die subpieninische Facies ohne wesentliche Veränderung und Annäherung an die Faciesverhältnisse der Ostkarpathen bis nahe an den Westrand des alten kristallinen Rückens herankämen, wie das in dem in »Bau und Bild der Karpathen«, p. 20, enthaltenen Facieskärtchen angenommen ist. Wir wissen ferner, daß sich die nicht mehr in zusammenhängendem Zuge, sondern ziemlich vereinzelt angeordneten Marmaroser Klippen genau in die Streichungslinie des alten kristallinen Rückens der Ostkarpathen einstellen. Wie aber im einzelnen der geologische Bau beschaffen ist, wie sich die Flyschbildungen im Süden der Marmaroser Klippen zu denen im Norden verhalten, in welcher Beziehung vor allem die Klippen zum kristallinen Rücken und seinen mesozoischen Decken stehen, wie weit sich die von H. Zapałowicz bis zum Theißflusse verfolgten Sandsteine des Neokom und der Oberkreide nach Westen erstrecken und welche Lagerung sie zu den Klippen einnehmen, das alles ist noch gänzlich unbekannt.

Vielleicht verschwinden die Marmaroser Klippen, d. i. die pieninische (lepontinische) Decke, unter den kristallinen Schiefern, die dann darübergeschoben wären. In diesem Falle wäre die Übereinstimmung zwischen dem östlichen und westlichen Teile der Karpathen eine vollständige, mit dem Unterschiede, daß die pieninische Decke im Osten von der bukowinischen (hochtatrischen) überholt und gänzlich überdeckt ist, so daß die beskidische mit der bukowinischen in unmittelbare Berührung kommt. Etwas anders würde sich das gegenseitige Verhältnis der Decken gestalten, wenn die Marmaroser Klippen einem Teile der mesozoischen Auflagerung der kristallinen Schiefer entsprächen.

Angesichts dieser großen Lücke in der Kenntnis der südlichen Klippenzone erscheint jeder Versuch, der Lösung dieser Frage auf Grund des heutigen Wissens näher zu kommen, als ein aussichtsloses Unternehmen; sicherlich aber ist der Marmaroser Anteil der südlichen Klippenzone berufen, bei der end-

gültigen Feststellung der näheren Beziehungen der Ost- und Westkarpathen eine Rolle zu spielen.

Die Annahme der Aufschiebung der siebenbürgischen Decke über die bukowinische beseitigt manche sonst schwer zu erklärende Eigentümlichkeiten des ostkarpathischen Gebirgsbaues, besonders das isolierte, schollenförmige Auftreten der triadischen und jurassischen Gesteine, die Ineinanderpressung von Neokom und Werfener Schiefer im Valea seaca, die Unregelmäßigkeit und Lückenhaftigkeit der triadischen und jurassischen Schichten. An Stelle der früher von mir angenommenen Ablagerungslücken[1] würden tektonische Lücken und mechanische Kontakte zu treten haben. Es entsteht nun die Frage, ob und wie diese Annahme das klippenförmige Vorkommen von Triasgesteinen in der bukowinischen Randmulde erklärt. Diese Klippen befinden sich nicht am Außenrande des alten Gebirges gegen den neokomen Karpathensandstein der beskidischen Decke, sondern mitten in der Randmulde. Mit anderen zerrissenen kleinen Schollen der siebenbürgischen Serie, z. B. den Schollen von Adnether Kalk bei Kimpolung und im Nagy-Hagymas-Gebirge oder den Caprotinenkalkschollen haben sie die geringe Ausdehnung gemeinsam, sie unterscheiden sich aber von ihnen durch das Vorhandensein eines Mantels von schlecht gerundeten Geschieben, der in die Gesteine des sandigen Tithon-Neokom der bukowinischen Serie übergeht.[2] Ihre Verteilung ist nicht ganz regellos, sondern sie treten vornehmlich längs einer südöstlich streichenden Linie am Innenrande des sandigen Tithon-Neokomzuges der bukowinischen Serie auf; ein vereinzeltes Vorkommen ist auch mitten in dem sandigen Tithon-Neokomzuge bekannt. Da nun am Innenflügel der großen Randmulde das sandige Tithon-Neokom der bukowinischen Serie nicht vorkommt, so scheint es, als wäre es durch die heranrückende Stirn der siebenbürgischen Decke abgeschürft und nach außen vorgeschoben worden. Wenn

[1] Bau und Bild der Karpathen, p. 685.

[2] Bau und Bild der Karpathen, p. 32 bis 34 (682 bis 684). Ausführlichere Mitteilungen über die bukowinischen Klippen sind einer späteren Arbeit über die Ostkarpathen vorbehalten.

man wollte, könnte man wohl auch in den engen, steil zusammengepreßten Falten des sandigen Tithon-Neokomzuges eine Wirkung dieses Schubes erblicken, obwohl der Zusammenhang gewiß kein zwingender ist. Bei dieser Bewegung konnten sich abgesprengte Teile der tieferen, triadischen Basalpartie der Stirn losgelöst haben und umgeben von zertrümmerten und schlecht gerundeten Fragmenten in die Sandsteinserie eingepreßt worden sein. Der Umstand, daß die größte dieser Klippen im Valea mare von zahlreichen Harnischen durchsetzt und eine zweite kleinere geborsten erscheint, spricht nicht gegen diese Annahme. Auf diese Weise zeigt es sich, daß eine tektonische Auslegung dieser Klippen und Blöcke möglich ist, wenn ich auch die hier versuchte nicht als die einzig mögliche hinstellen und namentlich bemerken möchte, daß die immer tiefer eindringenden Steinbruchaufschlüsse vielleicht erst volles Licht über diese Vorkommnisse verbreiten werden.

In der Bukowina und in dem unmittelbar angrenzenden Teile der Moldau ist die bukowinische Decke fast ununterbrochen entwickelt. Eine Ausnahme bilden nur die an Oberkreide reiche Region der Tatarka bei Kirlibaba und eine kleine Partie beim Kloster Rarău in der Moldau, wo der Verrucanozug eine kurze Strecke lang wirklich vollständig zu fehlen scheint.[1] Wenn nun gerade hier Doggersandstein mit Belemniten unmittelbar auf kristallinen Schiefern aufliegt, wie S. Athanasiu gezeigt hat, so dürfte das wohl auf eine lokale tektonische Verdrängung des Verrucano der bukowinischen Decke durch die siebenbürgische zurückzuführen sein. Auch im nordöstlichen Siebenbürgen dürfte nördlich von Tölgyes eine ähnliche lokale Ausquetschung des Verrucano anzunehmen sein, im übrigen ist aber die Verrucanozone im Széklerlande noch regelmäßig vertreten. Im südlichen Teile des Széklerlandes verschwinden da und dort der Verrucano und selbst der Verrucanodolomit und eine noch geringere Rolle spielen diese Bildungen im Persanyer Gebirge, obwohl sie hier nicht gänzlich

[1] Ich konnte den Verrucanozug im Jahre 1889 beim Anstieg vom Kloster Rarău auf den Grenzberg Rarău nicht nachweisen, obwohl er in geringer Entfernung davon an der bukowinisch-moldauischen Grenze in langem Felszuge ansteht.

fehlen. Erst im Burzenlande und in der Muntenie ist jegliche Spur des Verrucano der bukowinischen Decke verschwunden. Wenn bisher angenommen wurde, daß in diesem südlichsten Teile der Ostkarpathen Verrucano und Trias nicht abgelagert oder nach ihrer Ablagerung in vorliasischer Zeit wieder denudiert wurden, so erscheint es im Lichte der neuen Auffassung nicht unmöglich, daß hier eine Beseitigung dieser Bildungen auf tektonischem Wege eingetreten sei. Und nun kommt auch die wahre Bedeutung der Beobachtung Bergeron's über die Gleitflächen im Kohlenlager von Brandus und der Einhüllung dieses Lagers in eine Sericitschieferbreccie zu Tage: der mechanische Kontakt an der Basis der Grestener Schichten zeigt an, daß die Coziagneise und die kristallinen Schiefer der »ersten Gruppe« nicht die natürliche Unterlage der siebenbürgischen Decke bilden. Im Zusammenhang mit den Beobachtungen in der Bukowina und im Széklerlande, wo wir diese kristallinen Schiefer als die natürliche Basis der bukowinischen Decke erkannt haben, können wir es als wahrscheinlich bezeichnen, daß im südlichsten Teile der Ostkarpathen nicht nur der triadische Teil der siebenbürgischen Decke, sondern auch das Mesozoicum der bukowinischen Decke bis auf die kristalline Unterlage der letzteren ekrasiert sind.

Auch der Außenflügel der großen Randmulde zeigt in Siebenbürgen etwas andere Verhältnisse als in der Bukowina. Das sandige Neokom, das diesen Flügel in der Bukowina als angenommener jüngster Teil der bukowinischen Decke weithin begleitet, ist in Siebenbürgen bisher nicht sicher bekannt. Südlich von Tölgyes liegt z. B. in Kisere Dogger unmittelbar auf den Verrucanodolomiten des Außenflügels.[1] Die siebenbürgische Decke scheint in Siebenbürgen und der Muntenie weiter nach außen vorgeschoben worden zu sein als in der Bukowina.

Die Zeitperioden der ostkarpathischen Überschiebungen.

Den geologisch jüngsten Bestandteil der bukowinischen Decke bildet das sandige Neokom. Die Überschiebung der

[1] Vergl. das Profil Fig. 89 in »Bau und Bild der Karpathen«, p. 157.

siebenbürgischen Decke über die bukowinische muß also in nachneokomer Zeit eingetreten sein. Weitere Anhaltspunkte zur Feststellung des Zeitpunktes der Überschiebung liefern die Konglomerate der Oberkreide und des Eocän. Wir haben schon im Vorhergehenden die Tatsachen besprochen, welche zu der Annahme nötigen, daß sich diese Bildungen teilweise auf den kristallinen Schiefern und Kalken, teilweise auf den Jura- und Kreidekalken der siebenbürgischen Decke als ihrem natürlichen Untergrunde abgesetzt haben müssen.

In Siebenbürgen enthalten die Konglomerate der Oberkreide, die hier bekanntlich besonders mächtig und verbreitet sind, nicht nur enorme Massen der Jura- und Neokomkalke der siebenbürgischen Decke, sondern auch große Massen von kristallinen Gesteinen, unter denen der so bezeichnende Cosiagneiss besonders auffällt, den wir als zur bukowinischen Decke gehörig erkannt haben. Die Konglomerate der Oberkreide enthalten somit ein Gemenge von Geschieben sowohl der bukowinischen wie der siebenbürgischen Decke und so muß diese letztere Decke über jene bereits überschoben gewesen sein, als die obercretacische Geschiebebildung erfolgte.

Somit führt unsere Betrachtung für die Ostkarpathen zu derselben Schlußfolgerung, zu der auf einem anderen Wege für die Südkarpathen bereits Munteanu-Murgoci gelangt ist, daß nämlich Überfaltungen in diesen Teilen der Karpathen schon vor Ablagerung der Oberkreide eingetreten sein müssen. Es ist das übrigens im Wesentlichen nur eine Spezialisierung des in einer allgemeineren Form schon in »Bau und Bild der Karpathen« ausgesprochenen Satzes, daß die tektonische Gestaltung des älteren Gebirges der Ostkarpathen in ihren Grundzügen schon in obercretacischer Zeit abgeschlossen gewesen sein muß. Die obercretacische Denudation hatte bekanntlich in den Ost- und Westkarpathen einen außergewöhnlichen Umfang; nicht nur in diesen Gebirgen ist das ältere Mesozoicum auf weite Strecken vom kristallinen Untergrund gänzlich weggefegt, sondern auch in den westsiebenbürgischen Gebirgen und in dem Verbindungsstücke zwischen diesen und den Rodnaer Alpen.

Auch die jüngeren tektonischen Bewegungen, von denen in »Bau und Bild der Karpathen« die Rede ist, vermögen wir jetzt etwas näher zu spezialisieren. Dazu gehört vor allem die Überfaltung der subbeskidischen Decke, die Teile des autochtonen Untergrundes, Grünschiefer und Strambergerkalke, mit sich gerissen und vorgeschoben hat, und die der beskidischen Decke, Bewegungen, die sich erst in miocäner Zeit vollzogen haben. Da nun die neokomen Karpathensandsteine der beskidischen Decke unter den kristallinen Schiefern der bukowinischen Decke hervortreten, so muß auch diese an der Bewegung teilgenommen haben, sie muß samt der kristallinen Schieferunterlage eine Blockbewegung über die beskidische Decke hin ausgeführt haben. Hiebei wurde die obercretacische und alttertiäre Auflagerung durch die mächtige kristalline Unterlage vor intensiveren Störungen bewahrt und das gegenseitige Verhältnis der älteren Ablagerungen blieb ziemlich unberührt. Diesem Umstande ist vermutlich der Kontrast zuzuschreiben, der zwischen der vergleichsweise flachen Lagerung des Alttertiärs und der Oberkreide auf dem Rücken des alten Gebirges und der intensiven Faltung und Aufrichtung innerhalb der beskidischen Decke besteht. Die Lagerung des Alttertiärs ist übrigens in den inneren Teilen des Gebirges z. B. an dem Verbindungsrücken zwischen den Rodnaer Alpen und dem Biharstocke in Westsiebenbürgen flacher und ruhiger als nach außen hin am Rande der Ostkarpathen, wo das Alttertiär schwache Faltungen aufweist. Es scheint hier ein leichter Schub, eine Bewegung der jüngeren oberen Masse nach außen eingetreten zu sein, mit dem gewisse Erscheinungen im südlichen Teile der Ostkarpathen zusammenhängen könnten.

Bergeron verzeichnet in seinem Profile der Jalomița eine Masse von Cenomankonglomerat, an der Basis mit Fetzen von Tithon-Neokomkalk, die vom kristallinen Untergrund auf die Zone der Neokom-Karpathensandsteine übertritt.[1] Er macht ferner auf Blöcke von Neokom-Tithonkalk im Gebiete des neokomen Karpathensandsteines zwischen Moroieni und Sinaia aufmerksam. Zu diesen überschobenen Neokom-Tithonkalkmassen

[1] L. c., p. 64, 65.

scheint auch der Kalk des Mészpont bei Zajzon in Siebenbürgen zu gehören, der zwar von F. Herbich und K. Paul als regelmäßige Einlagerung im Karpathensandstein hingestellt wurde, der aber in Wirklichkeit eine innerlich zerbrochene, unregelmäßig gestaltete Masse repräsentiert, deren Auftreten mit der Annahme einer Überschiebung über den neokomen Karpathensandstein gut harmoniert. Größere Massen des obercretacischen Bucsecskonglomerates scheinen übrigens auch an anderen Punkten den beskidischen Karpathensandstein zu überlagern; vielleicht gehören selbst die Felskolosse der Peatra mare (Hohenstein) bei Kronstadt und des Ciachlau bei Peatra in der Moldau dazu. Die geologischen Verhältnisse dieser Gebiete sind indessen noch viel zu wenig geklärt, als daß es ratsam wäre, an unsere so unvollständigen Kenntnisse weitgehende Schlußfolgerungen zu knüpfen. Sehen doch die Konglomerate der beskidischen Decke den Oberkreidekonglomeraten auf der bukowinischen und siebenbürgischen Decke sehr ähnlich und könnten doch auch in der beskidischen Unterkreide recht wohl wirkliche Einlagerungen von koralligenen Kalken vorkommen.

Immerhin kommt den Erscheinungen, auf die Bergeron hingewiesen hat, doch eine gewisse Bedeutung zu. Man könnte sie mit den bisherigen Feststellungen wohl in Einklang bringen, wenn angenommen wird, daß bei jener im Block erfolgten Massenbewegung des älteren Gebirges, welche die Überschiebung der beskidischen Serie durch die kristallinen Schiefer der bukowinischen Decke bewirkte, die obercretacische Auflagerung über den Rand der bukowinischen Decke hinweg in das beskidische Gebiet geglitten sei. Unbeschadet der autochthonen Entstehung der Oberkreide und des Eocäns auf dem alten Gebirge könnten somit an der Basis dieser Ablagerungen Spuren von Gleitungen nachweisbar sein. Anzeichen für diese Bewegung sind indessen bis jetzt nur im südöstlichen Siebenbürgen und in der Muntenie bekannt. Die Blockbewegung, deren Annahme nach den bisher vorliegenden Tatsachen unentbehrlich erscheint, müßte die ganzen Gebirge erfaßt haben, die den siebenbürgischen Tertiärkessel umgeben; über ihren Zeitpunkt wird vielleicht das nähere Studium des Jungtertiärs entscheidende Anhaltspunkte gewähren.

Beziehungen zu den Südkarpathen und Westsiebenbürgen.

Die Unterscheidungen, die wir hier vorgenommen haben, bilden, selbst wenn sie durch spätere Arbeiten bestätigt werden sollten, nur einen Teil der Synthese der Ostkarpathen.

Wir haben es unterlassen, eine Analyse des kristallinen Gebirges, besonders auch der Rodnaer Alpen vorzunehmen und die Bedingungen der jugendlichen Eruptivgesteine, sowie des syenitischen Tiefenstockes von Ditró zu besprechen.

Besonders aber bedürfen unsere Ausführungen einer sehr wesentlichen Ergänzung einerseits durch die Analyse des Außenrandes und der Flyschzone in Rumänien und anderseits durch die Aufhellung der Beziehungen zur westsiebenbürgischen Region, den Transsylvanischen Alpen und dem Banater Gebirge. Wir können hier nur einen flüchtigen Blick auf diese Regionen werfen.

Unter den kristallinen Gesteinen der »ersten Gruppe«, die wir als Basalteil der bukowinischen Decke erkannten, wies Munteanu-Murgoci, wie wir sahen, im Fenster des Paringu eine Decke nach, die an der oberen Überschiebungsfläche jene Serpentine und anderen basischen Erstarrungsgesteine führt, die in den Alpen ein so bemerkenswertes Kennzeichen der lepontinischen Decke bilden. Betrachten wir das Fenster des Paringu nun tatsächlich als lepontinisch und die darüber folgende bukowinische Decke als hochtatrisch, so stehen wir einer Auffassung gegenüber, die mit den Verhältnissen der Westkarpathen und der Alpen in Einklang steht. Vielleicht wird man einmal nachzuweisen in der Lage sein, daß die lepontinische Decke der südlichen Klippenzone in der Marmaros unter dem Westrande der kristallinen Schiefer der bukowinischen Decke verschwindet und daß ihre mehr oder minder veränderte Fortsetzung im Fenster des Paringu in metamorpher Form wieder zum Vorschein kommt.

Schwieriger und undurchsichtiger sind die geologischen Verhältnisse Westsiebenbürgens. Die Tithon-Neokomklippen und die Oberkreidekonglomerate des Erzgebirges erinnern an die entsprechenden Bildungen der siebenbürgischen Decke;

in den spärlich nachgewiesenen Quarzkonglomeraten[1] über den kristallinen Schiefern könnten vielleicht Spuren der bukowinischen Decke erblickt werden. Die Oberkreide und das Eocän scheinen in der Region zwischen dem Innenrande der Ostkarpathen und Westsiebenbürgen allmählich einen mehr mediterranen Typus anzunehmen: die Oberkreide gewinnt Merkmale der Gosauformation und das Eocän zeigt eine viel mannigfaltigere Gliederung und viel größeren Fossilreichtum. Ob aber hier Eocän und Oberkreide dieselbe Rolle spielen wie in den Ostkarpathen und in den Transsylvanischen Alpen, müßte erst durch neuere Untersuchungen aufgeklärt werden. Sehr wichtig ist in diesem Falle die L. v. Lóczy zu verdankende Feststellung, daß in dem Gebiete zwischen der Maros und der Weißen Kőrös (Jahresbericht d. königl. ung. Geolog. Anstalt für 1888, p. 42 und 43) ein auffallender Kontrast zwischen den auf kristallinen Gesteinen flach aufruhenden Gosaubildungen und dem gefalteten neokomen Karpathensandstein besteht, der stellenweise die Gosauformation überlagert. Was die wahre Bedeutung der anscheinend flach lagernden permischen und mesozoischen Sedimente im Gebiete der Kőrösflüsse zwischen Nagy-Várad und Nagy Halmágy ist, welche Rolle den so mannigfaltigen Erstarrungsgesteinen des Erzgebirges, den eugranitischen Banatiten des Banates und den Dacograniten Szádeczky's, sowie den von P. Rozlozsnik beschriebenen metamorphen Gesteinen des Bihar zukommt, wo die Wurzelregion der unterschiedenen Decken zu suchen ist, dies alles gehört zu den offenen Fragen der Karpathengeologie. Nach der Darstellung, die jüngst J. v. Szádeczky[2] gegeben hat, könnte man vermuten, daß die Malm- und Neokomkalke dieser Region der siebenbürgischen Serie entsprechen und ebenfalls überschoben und nachher gebrochen sind. Bestimmte Behauptungen auszusprechen wäre hier um so weniger am Platze, als wir ja von den vereinigten Bemühungen der ungarischen und rumänischen Geologen eine

---

[1] Vergl. L. v. Roth, Aranyosgruppe des siebenbürgischen Erzgebirges, Jahresber. der königl. ung. geol. Anstalt für 1900, Budapest 1903, p. 71.

[2] Über den petrographischen und tektonischen Charakter des Bihargebirges. Földt. Közl. 1907, 37. Bd., p. 91.

Ausfüllung dieser Lücken in angemessener Zeit zu erwarten haben.

V. Schlußbemerkungen.

Es ist ein Wagnis, die geotektonischen Elemente eines Gebirges, dessen Kenntnis so große Lücken aufweist wie die Karpathen, zu einem Gesamtbilde zusammenzufassen. Ganz besonders ist es das in einer Zeit so rascher, ja stürmischer Umwertung, wie sie sich gegenwärtig vollzieht. Es ist daher auch als sicher anzunehmen, daß jede neuere, etwas weiter ausgreifende Detailuntersuchung diesen Versuch vielleicht in wesentlichen Linien abändern wird. Dennoch mußte er unternommen werden, denn es drängt dazu das immer lebhaftere Bedürfnis, sich mit jenen Erfahrungen auseinanderzusetzen, die unsere Kollegen in den Westalpen gesammelt und die sie zu einem gewaltigen Lehrgebäude vereinigt haben.

Wenn wir rückschauend zuerst ein Hauptergebnis aussprechen sollen, so müßte es dahin lauten, daß wir bei wohlerwogener Beurteilung der uns vorliegenden Tatsachen keinen begegneten, die mit der Annahme eines Deckenbaues unbedingt unvereinbar wären. Wohl aber traten uns auf dem langen Wege durch die karpathischen Zonen manche Verhältnisse entgegen, die ernstliche Schwierigkeiten bieten.

Dieses Urteil findet eine wesentliche Ergänzung in der Tatsache, daß gewisse Verhältnisse, wie namentlich die Ergebnisse der Tiefbohrungen am Rande des mährisch-schlesischen Kohlenbeckens, die Existenz einer großen Fernüberschiebung mit bedeutender Förderungslänge[1] kategorisch vorschreiben und uns daher, ob wir wollen oder nicht, auf den Boden des Überschiebungs- und Deckenbaues drängen, auf den wir auch durch die Tektonik der Tatra verwiesen werden. Eine weitere Ergänzung bildet die Tatsache, daß sehr viele tektonische und stratigraphische Erscheinungen der Karpathen unter der Voraussetzung der Deckenlehre nicht nur besser verständlich werden als vordem, sondern erst durch sie die richtige Beleuchtung gewinnen und nur durch sie zu

[1] O. Ampferer, Über das Bewegungsbild von Faltengebirgen. Jahrb. geol. Reichsanst. 1906, p. 583.

einem großen und einheitlichen Ganzen von jener höheren Einfachheit verbunden werden, die zugleich die innere Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Der Sandsteinbogen und die Klippenzone, die uns früher als sehr verschiedenartige Bildungen erschienen, sind jetzt durch eine unerwartete Analogie eng verknüpft. Die hochtatrischen Enklaven, deren isoliertes Auftreten im subtatrischen Gebiete früher so schwer verständlich war, erscheinen als »Fenster« naturgemäß verknüpft und der subtatrischen Decke als Einheit entgegengestellt. Die Ostkarpathen sind in bessere Verbindung gebracht mit den Westkarpathen und diese mit den Alpen. Obwohl in den einzelnen Ablagerungsregionen, den späteren Decken, weit mehr Verschiedenheiten der Ablagerung und selbst anderer geohistorischer Vorgänge entdeckt wurden, als man früher annehmen konnte, zeigen sie doch eine tektonisch einheitliche Prägung.

Sonach eröffnet die Deckenlehre auch in den Karpathen neue und lockende Einsichten. Allerdings erfordert sie ein resolutes Aufgeben so mancher Vorstellung, die früher befriedigte, so mancher Erklärung, die der Forschung ebenfalls gute Dienste geleistet hat, sie erfordert den nicht leichten Verzicht auf manchen Gedankenbau, manche Kombination, der man größere Dauerhaftigkeit gewünscht hätte. Allein alle diese Erwägungen dürfen nicht in Betracht kommen und uns nicht abhalten, einen neuen Weg zu betreten, wenn wir diesen als den verheißungsvolleren erkannt haben.

Der Unterschied zwischen der früheren Synthese, wie sie etwa in »Bau und Bild der Karpathen« entworfen ist, und der neuen ist in ihren Konsequenzen so groß, daß man sich billigerweise fragen muß, ob denn eine innere Beziehung zwischen beiden besteht, ein Weg von der einen zu der anderen führt. Man weiß, daß sich die Umdeutung gewisser gut beobachteter alpiner Profile vollzogen hat, ohne daß an dem Gefüge des Beobachteten sich Wesentliches änderte. Genau dasselbe gilt für die Tatra. Was sich geändert hat, sind nur jene Verbindungslinien, durch welche wir das beobachtete Bild nach oben und unten, in die Luft und in das Innere hinein ergänzen. Selbstverständlich sind es auch neue Beobachtungen, die uns

leiten und zu neuen Wertungen veranlassen, aber die alten Beobachtungen und selbst Deutungen behalten dennoch im engeren Rahmen ihre bleibende Bedeutung. Es ist hier vielleicht von Interesse, diesen Zusammenhang für einzelne Zonen der Karpathen zu verfolgen.

Die alte Auffassung betrachtete die Unterkreidebänder der Sandsteinzone als nach Norden blickende und in dieser Richtung über Alttertiär überschobene Gewölbe. Die Bohrungen am schlesischen Karpathenrande zeigen nun, daß die Neokomzüge am Stirnrande auf dem Alttertiär schwimmen müssen, daß daher an Stelle der früher angenommenen kurzen eine sehr weite Überschiebung gesetzt und die Wurzel der Unterkreide nicht in der Nähe, sondern weit im Süden gesucht werden müsse. Die Wurzeln der Klippenkalke der Sandsteinzone wurden früher unfern in der Tiefe vermutet; jetzt müssen wir sie weiter im Süden annehmen. Ähnlich verhält es sich auch mit der südlichen Klippenzone. Auch in der neuen Auffassung behalten die Klippen im wesentlichen die Rolle von, von unten auftauchenden Köpfen oder Antiklinalkernen, die ihnen die alte Auffassung zuschrieb; aber ihre Wurzeln sind nicht direkt nach unten, sondern nach unten und Süden unter den Kerngebirgen zu suchen. Die kristallinen Kerne der Kerngebirge sah man als antiklinale Aufwölbungen an; dieses Wesen haben sie auch heute, aber freilich kommen diese Aufwölbungen nicht direkt von unten herauf, wie man früher glaubte, sondern von unten und Süden. So bedingt die neue Auffassung nicht so sehr das Einschlagen einer gänzlich verschiedenen Richtung als vielmehr ein konsequenteres Weitergehen in der alten. Und das scheint eine Erkenntnis zu sein, die uns mit einigem Vertrauen sowohl zu unseren früheren Beobachtungen wie auch den neuen Deutungen erfüllen kann.

Vergleichen wir nun den Aufbau der Karpathen mit dem der Alpen, so vermögen wir unschwer die einzelnen Elemente miteinander in Parallele zu stellen. Die drei Gruppen von Decken, die E. Suess in den Alpen unterschieden hat, kann man auch in den Karpathen wiedererkennen. Den helvetischen Decken der Alpen können wir die beskidischen an die Seite

stellen. Wenn die beskidischen Decken in ihrem jurassischen Teil einen mehr mediterranen Charakter aufweisen als die helvetischen, so ist das, wie wir gesehen haben, auf die etwas vollständigere Abschließung der alten karpathischen Ablagerungsregion gegen die nordeuropäischen Meere zurückzuführen. Die lepontinischen Decken der Alpen finden in den Karpathen ihre Fortsetzung in den pieninischen, denen sich als Äquivalent der Tauerndecke die hochtatrische Decke anschließt. Den ostalpinen Decken endlich entsprechen in den Karpathen die subtatrische Decke, die Decke des Inneren Gürtels und die des Ungarischen Mittelgebirges. Im äußeren Bogen der Ostkarpathen tritt an Stelle der hochtatrischen Decke vermutlich die bukowinische, an Stelle der subtatrischen die siebenbürgische Decke.

Der Bauplan der West- und Zentralkarpathen zeigt im großen betrachtet viel Ähnlichkeit mit dem der Ostalpen. In beiden Gebirgen sind die helvetischen (beziehungsweise beskidischen) und die tieferen lepontinischen (pieninischen) Decken von der ostalpinen (subtatrischen) stark bedeckt; ihre Bewegung ging unter bedeutendem Druck vor sich, ihre Basalteile sind daher zerrissen und stark laminiert. Während aber in den Ostalpen das ostalpine Deckensystem den Außenrand der lepontinischen Decke erreicht und selbst die helvetischen Decken stark überlagert, bleiben die ostalpinen Decken der Karpathen zurück. Die inneren Decken der Karpathen sind gleichsam zu kurz; die Mittelgebirgsdecke vermag nicht den Außenrand der Decke des Inneren Gürtels zu erreichen, diese nicht den Außenrand der subtatrischen und die subtatrische endlich läßt einen ziemlich weiten Raum für die ältesten und tiefsten Decken frei. Daher quellen namentlich die Flyschgesteine der ältesten Decken am Außenrande der subtatrischen Decke in großen Massen hervor und nehmen nur an ihren Sohlen Scherben der Basalgesteine, teilweise auch solche des autochthonen Untergrundes mit, die sie da und dort bis zum Außenrand als Klippen mitschleppen. Ihre Bewegung hat hier demgemäß im wesentlichen eine schräg aufsteigende Richtung.

Die hochtatrische Decke zeigt noch deutliche Spuren mechanischer Einwirkung, intensive Ekrasierungen, Bildung

von Abreißungsschollen und vor allem einen intensiven Kampf um den Raum, während sich die darüberliegende subtatrische Decke frei und im wesentlichen unbehindert entwickelt und daher ihren eigenen Architekturstil annimmt. In den Alpen ist der mesozoische Anteil dieser Decke kompakt entwickelt, in den Karpathen dagegen wölben sich in der äußeren und inneren Reihe der Kerngebirge einzelne Teile der darunterliegenden hochtatrischen oder Tauerndecke so stark vor, daß sie denudiert als hochtatrische Fenster samt ihrer granitenen Unterlage zum Vorschein kommen.

Die leichte Metamorphose der Tauerndecke in einzelnen Teilen des Gebirges, besonders in der Niederen Tatra, ihre daselbst erkennbare Unterlagerung durch Gesteine, die mit den metamorphen Bildungen der Kalkphyllite und der »Schieferhülle« (Schistes lustrés) eine bemerkenswerte Ähnlichkeit haben, scheint eine weitere Analogie mit den Alpen zu bedingen. Wahrscheinlich treten auch im zentralen kristallinen Teile des Inneren Gürtels, im Veporstocke, metamorph-mesozoische Bildungen zu Tage, welche diese Analogie vielleicht in vollkommenerer Weise zur Schau tragen werden, als man heute annehmen kann.

In die Ostkarpathen zieht mit einer beträchtlich abgeänderten Facies auch eine nicht unwesentlich abgeänderte Tektonik ein. Wenn die hier vorgeschlagene Gleichstellung der bukowinischen Decke mit der hochtatrischen sich bewährt, so entspricht ein beträchtlicher Teil des kristallinen Rückens der Ostkarpathen den kristallinen Kernen der Kerngebirge, die Cosiagneise und -Granite den Tatragraniten. Während aber die Tatragranite nur an ihrem Rande eine schwache Neigung zur Parallelstruktur zeigen, ist diese bei den Cosiagneisen vollkommen ausgesprochen. Die inneren Decken der Ostkarpathen erscheinen weiter nach außen vorgeschoben als die westkarpathischen und es scheint, daß sie über die pieninischen hinweg die beskidische überschieben. Das Schicksal der pieninischen Decken in den Ostkarpathen erscheint noch unaufgehellt; in den Südkarpathen kommen in dem von Munteanu-Murgoci erwiesenen Fenster des Paringu metamorphe Bil-

dungen mit Serpentin zu Tage, die vielleicht als lepontinisch (= pieninisch) anzusprechen sein werden.

Die geologischen Verhältnisse der Ostkarpathen zwingen uns zu der Annahme, daß die Überschiebung der siebenbürgischen Decke über die bukowinische ein vorcenomanes Ereignis bildete und die späteren Überschiebungen den Charakter einer Blockbewegung gehabt haben müssen, die das innere Gebirge mehr oder minder als Ganzes über die äußeren beskidischen Decken schob. In den West- und Zentralkarpathen bestehen ähnlich wie in den Ostalpen Anzeichen antecenomaner und antenummulitischer Bewegungen, deren Tragweite noch nicht sicher abzusehen ist. Eine Hauptbewegung ereignete sich an der Grenze der ersten und zweiten Mediterranstufe, der dann nur noch leichtere Bewegungen im jüngeren Miocän nachfolgten. Die andesitischen Ausbrüche stellen sich als eine Erscheinung dar, die in der jüngeren Hauptphase der Gebirgsbildung einsetzte, aber diese wesentlich überdauerte. Unter den nachträglichen Bewegungen sind wohl vor allem Brüche zu nennen, welche die Decken durchschnitten. Am intensivsten scheint diese Bruchbildung im Ungarischen Mittelgebirge und im Bihargebirge eingetreten zu sein; Anzeichen dafür fehlen aber auch im Inneren Gürtel nicht und die Vertiefung der innerkarpathischen Eocänkessel der Kerngebirgsregion und die Entstehung der Randbrüche an der Innenseite so vieler Kerngebirge dürfte wohl auch dieser Phase zuzuschreiben sein.

Sichere Spuren einer Wurzelregion sind bisher in den Karpathen, besonders den West- und Zentralkarpathen nicht gefunden. Weder in der Region der oberen Gran noch im Inneren Gürtel bestehen darauf hindeutende Anzeichen. Daß der Bau des Mittelgebirges die Annahme einer Wurzel in diesem Teile des Karpathenbogens nicht zuläßt, ist kürzlich von H. v. Staff versichert worden. Wir werden dadurch in der Annahme bestärkt, daß die Wurzeln der älteren vorderen Decken durch die jüngeren hinteren verdeckt sind. Vielleicht wird die Erforschung der ungarischen Tiefebene hierüber wie über das Verhältnis zum »Orientalischen Festland« und den Dinariden Aufklärungen bieten.

Zu den Erfolgen der Deckenlehre gehört namentlich die Klärung der Klippenfrage. Die scheinbare Beschränkung der Erscheinung der Klippen auf den Karpathen ist nun endgültig beseitigt, wir kennen sie jetzt auch aus den Alpen, und zwar sowohl ihr Auftreten am Außenrande wie auch ihre Flächenausbreitung. Wenn sich nun herausstellt, daß das, was man in der Schweiz »Klippen« genannt hat, zu demselben Deckensystem gehört, wie die karpathischen Klippen, ja vielleicht selbst ununterbrochen mit ihnen zusammenhängt, so beruhte das ursprünglich wohl nicht auf klarer Einsicht, sondern mehr auf einer jener Ahnungen, die in der Wissenschaft eine so große Rolle spielen; aber schließlich vollzog sich der klare Einblick doch unter den Gesichtspunkten der Deckenlehre. Wir können jetzt auch unter den karpathischen Klippen schärfere Unterscheidungen vornehmen als früher, und zwar sowohl in tektonischer wie in topischer Beziehung.

Es wurde in einem der vorhergehenden Abschnitte erwähnt, daß die Klippen der Sandsteinzone, die man vordem als nördliche Klippenzone zu vereinigen pflegte, teils der subbeskidischen, teils der beskidischen Decke, teils dem autochthonen Untergrunde angehören. In die südliche Klippenzone wurden auch die ostkarpathischen Klippen einbezogen, während wir jetzt vermuten müssen, daß sie in Wirklichkeit einer jüngeren, der siebenbürgischen Decke (ostalpin) zufallen. In tektonischer Beziehung können wir etwa fünf Gruppen von Klippen unterscheiden.

Die erste Gruppe bilden die autochthonen Inselberge, jurassische Ablagerungen, die in vorsenoner Zeit intensiv denudiert wurden, ziemlich untergeordnete Spuren von Faltung oder Aufrichtung und mehrfache vor- und nachsenone Brüche erkennen lassen. Wir wissen noch nicht, ob die Inselberge durch eine leichte autochthone Faltung oder den Schub der heranrückenden beskidischen Decken aufgerichtet wurden. Sollte sich später der letztere Fall als zutreffend erweisen, so bestände zwischen den Inselbergen und den abgerissenen und fortgeschleppten Schollen des autochthonen Untergrundes eine größere Verwandtschaft, als die äußere Erscheinung dieser Gebirgsmassen erwarten ließe. Im ersteren

Falle würden sich die Inselberge an die echten Inselklippen anschließen.

Eine zweite Gruppe von Klippen entstand durch Abscherung vom autochthonen Untergrunde infolge des Vorrückens von Decken. Hieher gehören ebenso die Tithonklippe von Krasna mit ihrer mächtigen Hülle von Grünschieferfragmenten wie die Grünschieferscholle des Ojtospasses, die Carbonscholle von Hustopetsch, die Blockklippen bei Przemysl u. a. Klippen dieser Art, die man als Scherlinge bezeichnen könnte, bleiben der Größe nach hinter den Klippen des pieninischen Zuges größtenteils sehr zurück. Selbstverständlich können sich unter diesen Klippen Fragmente von sehr verschiedenen Dimensionen bis herab zu kleinen Trümmern und Staub vorfinden. Gewisse Blockbildungen, wie die von Freistadtl in Mähren, enthalten große neben ganz kleinen und mittleren Blöcken und stellen gleichsam die zusammengefegte Spreu der Schubflächen dar. Die petrographische Mannigfaltigkeit einzelner solcher Bildungen, die unter den weiteren Begriff der Reibungs- oder mechanischen Breccien fallen, ist die Folge der mannigfaltigen Zusammensetzung des Untergrundes.

Die dritte Gruppe bilden die Klippen nach Art der pieninischen. Es sind dies von unten hervorkommende Kopfteile von laminierten, unter Druck geschobenen Decken. Viele von ihnen sind sicher isolierte Bruchstücke, andere mögen mit ihrer unten und seitwärts gelegenen Wurzel in mehr oder minder ununterbrochenem Zusammenhang stehen. Jedenfalls zeigen sie in der südlichen Klippenzone ein noch derart kompaktes und regelmäßiges Auftreten, daß ihre Zugehörigkeit zu bestimmten Decken deutlich erkannt werden kann. Die Frage, ob einzelne derartige Klippen von ihrer Wurzel abgetrennt sind oder mit ihr noch völlig oder teilweise zusammenhängen, hat in diesem Sinne nur eine geringe Bedeutung. So viele ihrer auch schon von der Wurzel abgetrennt sein mögen, so erscheinen sie doch noch als ein zusammengehöriges Deckengebirge. Dieser Zusammenhang geht verloren oder wird undeutlich, wenn die oberen Teile derartiger Decken stark voraneilen und nur vereinzelte Schollen des tieferen zerrissenen Deckenteiles da und dort an der Sohle

mitgenommen werden. Zu dieser Gruppe von Erscheinungen gehören vermutlich die Tithon-, Jura- und Neokomklippen der beskidischen Decke in Mähren und Galizien (Cetechowitz, Kurowitz, Zdounek, Rzegocina) und im wesentlichen sind auch die großen Neokommassen in Schlesien hier anzureihen. Das Auftreten solcher isolierten, von ihrer Wurzel weit entfernten Klippen hat viel Ähnlichkeit mit den vom autochthonen Untergrunde abgerissenen und fortgeführten Scherlingen. In manchen Fällen unterstützt uns die Facies bei der Erkennung der autochthonen Scherlinge. Wo dieses Mittel versagt, wie z. B. bei den Tithonblöcken der Ostkarpathen, wird es vielleicht schwer sein, Scherlinge des autochthonen Untergrundes von mitgezogenen Schollen von Decken zu unterscheiden, was trotz ihrer verschiedenen Herkunft bei der ähnlichen, wenn auch nicht gänzlich übereinstimmenden Art der Entstehung wohl verständlich ist.

Eine eigentümliche, noch näher zu untersuchende Gruppe bilden die bukowinischen Klippen, von denen wir vermuten konnten, daß sie geborstenen und abgesprengten Splittern der siebenbürgischen Decke entsprechen, die in das sandige Neokom der bukowinischen Decke eingepreßt wurden.

Endlich haben wir als eine fünfte Gruppe echte Inselklippen zu verzeichnen. Wir stellen hieher die Tithon-Neokomklippen des Székler- und Burzenlandes. Die mittel- und unterjurassische und triadische Unterlage der Tithon-Neokomkalke ist intensiv laminiert. Die Tithonkalke lassen dagegen von Ausquetschung nichts erkennen, ebensowenig von Scherung. Diese Vorgänge können also bei der Entstehung der Klippen des Székler- und Burzenlandes kaum wesentlich mitgewirkt haben. Bergeron adoptierte hiefür eine Art Durchspießungstheorie. Allein diese läßt sich weniger wahrscheinlich machen als die Entstehung unter wesentlicher Mitwirkung der vorcenomanen Denudation. Auf diese Gruppe von Klippen wäre daher meine frühere Theorie der karpathischen Klippen zu restringieren. Wir nehmen an, daß diese Klippen in tertiärer Zeit im Zusammenhange mit ihrer Unterlage eine Gesamtbewegung ausgeführt und sekundäre Störungen erfahren haben. Sie sind samt ihrer Unterlage überschoben, sind aber,

da an ihrer Entstehung die Denudation in erster Linie beteiligt war, dennoch als Inselklippen anzusprechen.

Bei der allerdings stark eingeschränkten Gruppe der Inselklippen müssen wir der Denudation die maßgebende Rolle zuschreiben. Aber auch bei den Scherlingen und den Klippen nach Art der pieninischen sollte der Einfluß der Denudation nicht unterschätzt werden. Entstehen in einer autochthonen Ablagerung infolge von Denudation Unebenheiten, so ist es klar, daß diese vorrückenden Decken geeignete Angriffsflächen bieten und die Abscherung wesentlich erleichtern müssen. Aber auch das Zerbrechen von unter Druck sich bewegenden Decken wird leichter und vollständiger erfolgen, wenn vorher der Zusammenhang durch Denudation geschwächt war.

Somit können wir sagen, daß Denudationsvorgänge nicht nur durch die Existenz von Geschiebebildungen beglaubigt sind, sondern daß sie an der Entstehung gewisser Kategorien von Klippen auch einen mehr oder minder beträchtlichen Anteil haben. Denudationsvorgänge sind als Faktor der Klippenbildung auch jetzt nicht ausgeschaltet, aber sicherlich tritt nun das tektonische Moment für die Mehrzahl der karpathischen Klippen nicht nur weit stärker in den Vordergrund, als man früher angenommen hat, sondern man kann diese Vorgänge jetzt im einzelnen viel genauer und vollständiger verfolgen als vordem.

Auf diese Weise hat die Deckenlehre, so große Rätsel sie auch in vieler Beziehung noch umfaßt, schon jetzt manche Frucht gezeitigt. Sie zwingt uns, den Kreis der tektonischen Möglichkeiten viel weiter zu ziehen als bisher und nicht nur die Lokaltektonik, sondern die Gesamtheit der geologischen Elemente des Gebirges zu berücksichtigen. Sie drängt uns neue Fragen auf und verlangt an Stelle jener allgemein gehaltenen Erklärungen, wie sie uns früher befriedigen konnten, eine viel präzisere Beweisführung. So wird die Deckenlehre, was auch immer von ihr schließlich erhalten bleiben wird, voraussichtlich den Ausgangspunkt einer reichen Entfaltung neuen geologischen Wissens bilden und die Tektonik zum Range einer viel exakteren, strengeren Wissenschaft erheben, als sie uns vordem entgegengetreten ist.

Inhaltsverzeichnis.

I. Einleitung 871

II. Die Sandsteinzone der West- und Zentralkarpathen 877

Zerlegung der Sandsteinzone in das beskidische und subbeskidische Faciesgebiet 877

Die Zusammensetzung der beskidischen und subbeskischen Decke . . 880

Die Tektonik der beskidischen Decke 883

Fortsetzung der beskidischen Decke nach Osten und Westen 889

Die Tektonik der subbeskidischen Decke 892

Die niederösterreichisch-südmährischen Inselberge 894

Das Verhältnis der außerkarpathischen zu den beskidischen und subbeskidischen Ablagerungen 896

Die subkarpathische Salztonzone 899

Ablehnung der angeblich dinarischen Herkunft der beskidischen Decke 903

III. Die Innenzonen der West- und Zentralkarpathen 906

Einleitende Bemerkungen 906

Die Rolle des innerkarpathischen Eocäns 909

Neuere Auffassungen der südlichen Klippenzone 913

Die Klippenzone unterteuft als selbständiges Glied des Gebirgsbaues die Kerngebirge 918

Die tektonischen Elemente der südlichen Klippenzone 920

Pieninische und subpieninische Decke 923

Das Verhältnis der südlichen Klippenzone zur Sandsteinzone . . . 925

Beziehungen der südlichen Klippenzone zu den Alpen 927

Die Faciesgebiete der Kerngebirge, des Inneren Gürtels und des Ungarischen Mittelgebirges 929

Der Innere Gürtel bildet wahrscheinlich ein Deckenland 932

Deckentektonik der Kerngebirge 937

Deckenbau des Inneren Gürtels und des Mittelgebirges 940

IV. Die Ostkarpathen 944

Die vorliegenden Äußerungen über Deckenbau in den Ostkarpathen . 944

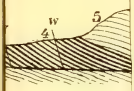
Gegenüberstellung der Flyschzone und des kristallin-mesozoischen Gebirges. Beskidische und subbeskidische Decke 955

Die mesozoische Randmulde. Bukowinische und siebenbürgische Decke 958

Die Zeitperioden der ostkarpathischen Überschiebungen 966

Beziehungen zu den Südkarpathen und Westsiebenbürgen 970

V. Schlußbemerkungen 972



kreide (Istebr
ertiär (bunte
flächen der b
ung der besk
der subbeskid

then.

Jura und Unt
nd Alttertiär
es Mesozoicu
, Granit und
Schiefer, verr
s Mesozoicum
s Eocän (Flys
nneren Gürtels
ngarischen M

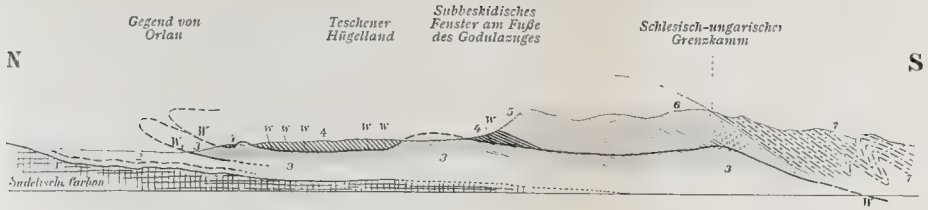


Fig. 1. Profil längs des Olsatales zum Jablunkauer Passe.

Fig. 2. Profil aus der Gegend von Bielitz zum Saybuscher Fenster in Galizien.

Fig. 1 und 2.

Schematische Profile der beskidischen Decken in Schlesien.

1. Sudetisches Carbon der autochthonen Unterlage (Vorland).
2. Tertiäre »Auflagerung« (Schlier).
3. Subbeskidisches Alttertiär mit Menilitschiefer.
4. Beskidische Unterkreide.
5. Beskidische Mittelkreide (Godulasandstein).
6. Beskidische Oberkreide (Istebner Schichten).
7. Beskidisches Alttertiär (bunte Schiefer und Magurasandstein).

w Kleinere Wechselflächen der beskidischen Unterkreide, schematisch angedeutet.

W Hauptüberschiebung der beskidischen auf die subbeskidische Decke.

W_1 Überschiebung der subbeskidischen Decke über die tertiäre autochthone »Überlagerung«.

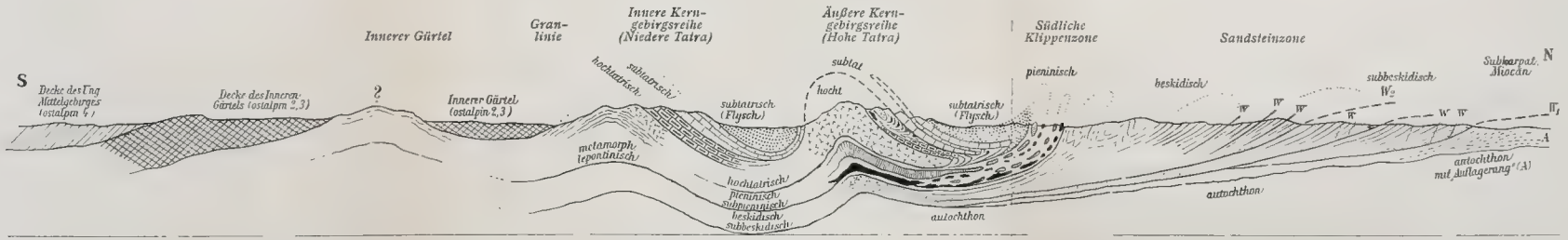


Fig. 3. **Versuch eines schematischen Deckenprofils der Zentralkarpathen.**

A Auflagerung, Salzton des subkarpathischen Miocäns auf sudetischem, autochthonen Untergrund.

W_1 Überschiebungsfläche der subbeskidischen Decke auf die autochthone »Auflagerung« (Salzton des subkarpathischen Miocäns).

W_2 Überschiebungsfläche der beskidischen Decke.

w Kleinere Wechselflächen im Bereich der beskidischen und subbeskidischen Decke.

Beskidischer Flysch, Oberkreide und Alttertiär.

Subbeskidischer Flysch, Oberkreide und Alttertiär.

Beskidischer und subbeskidischer Jura und Unterkreide, an den Hauptüberschiebungsflächen in Form von Klippen, Schollen und Trümmern nach Norden geschleppt.

Subpieninischer Jura und Unterkreide (»versteinerungsreiche Facies«).

Pieninischer Jura und Unterkreide (Hornsteinkalkfacies).

Oberkreide und Alttertiär der beiden pieninischen Decken (Klippenhülle).

Hochtatrisches Mesozoicum.

Hochtatrisch; Granit und krystalline Schiefer.

Metamorphe Schiefer, vermutlich lepontinisch.

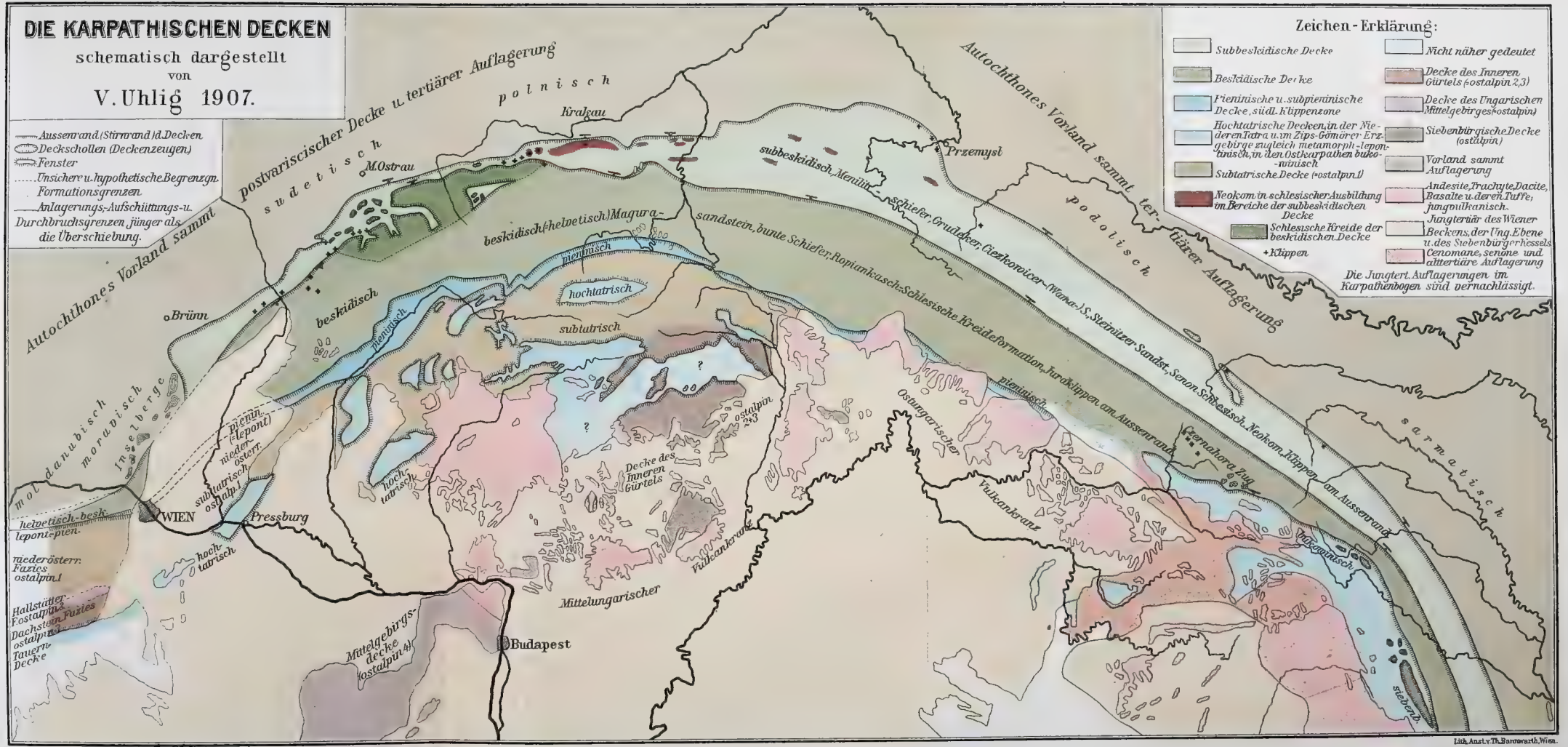
Subtatrisches Mesozoicum (ostalpin 1).

Subtatrisches Eocän (Flysch).

Decke des Inneren Gürtels (ostalpin 2, 3).

Decke des Ungarischen Mittelgebirges (ostalpin 4).

.CXVI. Abth.


DIE KARPATHISCHEN DECKEN
schematisch dargestellt
von
V. Uhlig 1907.
Aussenrand (Stirnrand) d. Decken
Deckschollen (Deckenzeugen)
Fenster
Unsichere u. hypothetische Begrenzgn.
Formationsgrenzen
Anlagerungs-, Aufschüttungs- u.
Durchbruchsgrenzen jünger als
die Überschiebung.
Zeichen-Erklärung:
Subbeskidische Decke
Beskidische Decke
Pienninische u. subpienninische Decke, südl. Klippenzone
Hochtatrische Decken in der Niederen Tatra u. im Zips-Gömörer Erzgebirge zugleich metamorph-lepontinisch, in den Ostkarpathen bukowinisch
Subtatrische Decke (=ostalpin I)
Neokom in schlesischer Ausbildung im Bereiche der subbeskidischen Decke
Schlesische Kreide der beskidischen Decke
+ Klippen
Nicht näher gedeutet
Decke des Inneren Gürtels (=ostalpin 2,3)
Decke des Ungarischen Mittelgebirges (=ostalpin)
Siebenbürgische Decke (ostalpin)
Vorland sammt Auflagerung
Andesite, Trachyte, Dacite, Basalte u. deren Tuffe, jungvulkanisch.
Jungtertiär des Wiener Beckens, der Ung. Ebene u. des Siebenbürgerkessels
Cenomane, senone und alttertiäre Auflagerung
Die Jungtert. Auflagerungen im Karpathenbogen sind vernachlässigt.
postvariscischer Decke u. tertiärer Auflagerung
polnisch
sudetisch
Kralgau
M. Ostrau
Autochthones Vorland sammt
Autochthones Vorland sammt tertiärer Auflagerung
podolisch
Przemysl
subbeskidisch, Menilit-schiefer, Grudeker, Ciezkowicer-(Wana-)S. Steinitzer Sandst., Senon Schlesisch. Neokom, Klippen am Aussenrand
beskidisch (helvetisch) Magura-sandstein, bunte Schiefer, Ropiankasch-Schlesische Kreideformation, Jurraklippen am Aussenrand
pienninisch
hochtatrisch
subtatrisch
beskidisch
Brünn
moldanubisch moravisch inselberge
pienin. (lepont) nieder-österr.
subtatrisch ostalp. I
WIEN
Pressburg
helvetisch-beskid. lepont-pien.
niederösterr. Fazies ostalpin I
Hallstätter Fostalpin 2
Dachstein Fazies ostalpin 2
Tauern-Decke
hochtatrisch
Decke des Inneren Gürtels
ostalpin 2,3
Ostungarischer
Vulkankranz
Mittelungarischer
Mittelgebirgs-decke (ostalpin 4)
Budapest
Csernahora Zug
Vulkanisch
sarmatisch
siebenb.
Autor del.
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Untersuchungen über die Blattablösung und verwandte Erscheinungen

von

Dr. **Emil Löwi.**

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 1 Tafel und 14 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 2. Mai 1907.)

I. Hauptergebnisse der bisherigen anatomischen Untersuchungen über die Trennungsschichte.

Als kurze Zeit nach der Abhandlung Mohl's über die Trennungsschichte[1] noch in demselben Jahre eine zweite Arbeit desselben Autors über den Ablösungsprozeß saftiger Pflanzenorgane[2] erschien, in welcher nachgewiesen wurde, daß auf dieselbe Weise wie Laubblätter auch alle zur Blütenregion gehörigen Blätter sowie Teile der Achse (junge Zweigspitzen, Phyllocladien, Blütenstiele) sich ablösen, lag es nahe, die Erscheinung zu verallgemeinern und jeden pflanzlichen Ablösungsprozeß auf die Ausbildung einer Trennungsschichte mit allseitig aus dem Verbande gehenden Zellen zurückzuführen, und auch heute noch denkt man gewöhnlich bei der Bezeichnung Trennungsschichte nur an diesen Vorgang. Mohl's Untersuchungen beziehen sich fast nur auf dikotyle Pflanzen. Für einige Gruppen der Monokotylen zeigte Bretfeld,[3] daß der Blattfall durch Wachstumsvorgänge in der Epidermis und im Grundgewebe verursacht werde, und zwar in

---

[1] Bot. Zeit., 1860, p. 1—7 und 9—17.

[2] Bot. Zeit., 1860, p. 273—277.

[3] Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., XII. Bd. (1879—1881).

einer schon vom Anfange der Blattentwicklung an bestehenden, besonders differenzierten Schichte;[1] bei baumartigen Formen *(Aletris, Yucca, Dracaena)* verdicken sich die Zellwände in der Trennungsschichte, während bei Orchideen und Aroideen, wenn es zum Blattfall kommt, zunächst die Zellen der Epidermis gegen die des Mesophylls im Wachstum gehemmt erscheinen, und dann die das Abzuwerfende vom Zurückbleibenden trennende Zone von Sklerenchymzellen durch neugebildete Zellen in zwei Schichten geteilt wird; in allen Fällen erfolgt die Blattablösung durch Auseinanderweichen der zartwandigen und der dickwandigen Zellen, vermutlich durch ungleiches Flächenwachstum der aneinandergrenzenden Elemente; ähnlich verhält es sich bei vielen Coniferen (Molisch[2]).

Während nach Mohl die Parenchymzellen durch allseitige Abrundung aus dem Verbande gehen und die Gefäßbündel durch äußere Kräfte zerrissen werden, fand Tison[3] bei einer großen Anzahl von Dikotylen, daß der Vorgang der Trennung vorwiegend darin besteht, daß die Mittellamelle und die Verdickungsschichten zwischen zwei Zellagen der Trennungsschichte aufgelöst werden; gleichzeitig stellt sich häufig eine Streckung der beteiligten Zellen in der Längsrichtung ein, wodurch die Gefäßbündel zerrissen werden. Doch hat Wiesner[4] schon 1871 gefunden, daß das Gefäßbündel in der Höhe der Trennungsschichte ärmer an mechanischen Elementen ist und die Gefäße daselbst einen geringeren Querschnitt haben, wodurch die Zerreißung an dieser Stelle erleichtert wird.

---

[1] Mohl (I) führt als charakteristisch für die Trennungsschichte an, daß sie sich erst kurz vor dem Laubfall an einer bis dahin vom übrigen Grundgewebe sich durch gar nichts unterscheidenden Stelle entwickelt; doch bestehe ausnahmsweise (bei *Sedum maximum* und einem Farn, *Woodsia ilvensis*) eine Art vorgebildeter Trennungsschichte in Gestalt einer kleinzelligen, zwischen dem Gewebe des Blattstieles und der Achse eingeschalteten Zone. Derartige Bildungen wollen wir im folgenden nach dem Vorgange Molisch's mit Benützung eines von Höhnel (I) geschaffenen Ausdruckes »Trennungszonen« nennen.

[2] Untersuchungen über den Laubfall, 1886, p. 32 ff.; *Taxus* hat keine Trennungszone, auch eine Trennungsschichte wurde noch nicht beobachtet.

[3] Recherches sur la Chute des Feuilles, 1900.

[4] Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung.

II. Über den Mechanismus der Blattablösung.[1]

Wenn man unmittelbar nach dem Blattfall die beiden freigelegten Flächen mikroskopiert, so bietet sich einem sehr oft der eigentümliche Anblick dar, daß beide mit den kugelrunden isolierten Trennungszellen bedeckt sind. So verhalten sich z. B.: *Ampelopsis hederacea, Ligustrum vulgare, Evonymus europaea,* von Immergrünen: *Goldfussia isophylla, Aucuba japonica, Eugenia Ugni, Elaeagnus reflexa, Camellia japonica.*

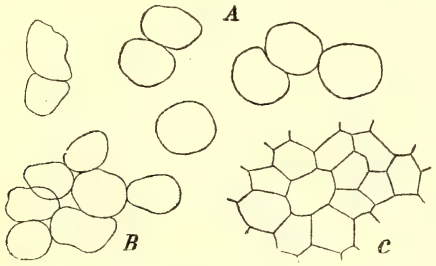


Fig. 1. Vergr. 104.

Philodendron pertusum.

A, B Zellen der Trennungsschichte in verschiedenen Stadien der Isolierung.
C Ein Stück normales Grundgewebe (unmittelbar unter der Trennungsschichte), von der Fläche (parallel zur Blattfallwunde) gesehen.

Diese durch den Turgor kugelförmig gewordenen Zellen machen es wahrscheinlich, daß der Vorgang der Ablösung ein vorwiegend mechanischer ist, welchem gegenüber die Maceration der Mittellamelle ganz in den Hintergrund tritt.[2] Nur diesen Mechanismus hat Mohl beobachtet. Geeignete Präparate lassen erkennen, wie mit dem Fortschreiten der Abrundung die Fläche, in der benachbarte Zellen sich berühren, immer kleiner wird (Fig. 1), ein Umstand, durch welchen die Festigkeit des Blatt-

---

[1] Die Angaben in eckiger Klammer [...] beziehen sich auf die im X. Abschnitt angeführten Versuche.

[2] Das glaube ich auch daraus schließen zu dürfen, daß bei deutlicher, sich auf viele Zellagen erstreckender Maceration die freigewordenen Zellen oft nicht kugelig sind, sondern die verschiedenartigsten Formen annehmen.

stieles so sehr vermindert wird, daß eine nur geringe und später ganz unbedeutende äußere Kraft den Abfall herbeiführen kann. Oft ist äußerlich die Trennungsschichte schon makroskopisch als feine, den Blattstiel umgebende Furche erkennbar; die ringförmige Vertiefung kommt dadurch zu stande, daß die Zellvermehrung in der Trennungsschichte zur Zerreißung der Epidermis führt; beginnen die Zellen sich abzurunden, dann erweitert sich die Furche zu einer allmählich tiefer einschneidenden Spalte (Fig. 2, *a a' b*), aus welcher die isolierten Zellen hervorquellen.

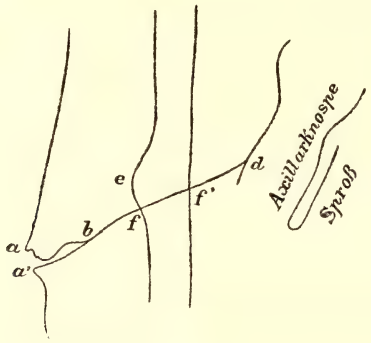


Fig. 2 *A*.

Vergr. 30. (Erklärung s. nächste Seite.)

Trennungsschichte von *Goldfussia isophylla*.

Wesentlich davon verschieden ist der bereits erwähnte, von Tison beschriebene Vorgang, bei welchem zwischen zwei Zellschichten des Dauergewebes durch Auflösung der Mittellamellen und der Verdickungsschichten die beteiligten Zellen an der freizulegenden Fläche endlich bloß von einer ganz dünnen Membran begrenzt sind. Durch den Prozeß der Celluloseauflösung wird der Zusammenhang des abzuwerfenden Organs mit dem Sproß aufgehoben; die dünnwandigen, sich häufig (am stärksten, nach Tison's Abbildungen, bei *Amorpha fruticosa*) verlängernden Zellen bedecken nach dem Abfalle beide freigelegten Flächen, an denen sie mit dem nicht verdünnten Anteile ihrer Membran festhaften. Der Unterschied gegenüber dem ersten Mechanismus liegt darin, daß die

Trennungsschichte ohne allseitige Zellenisolierung und ohne Vermittlung eines Folgemeristems[1] gebildet wird.

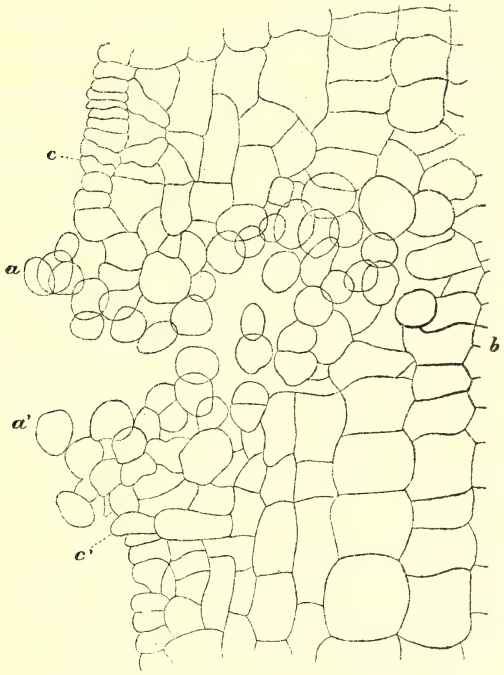


Fig. 2 *B*.

Vergr. 200.

Trennungsschichte von *Goldfussia isophylla*.

a a'd Trennungsschichte.

f f' Trennungsschichte innerhalb des Gefäßbündels, bei starker Vergrößerung hauptsächlich an der Dehnung des Spiralbandes der Gefäße kenntlich.

e Auftreibung des Gefäßbündels unmittelbar über der Trennungsschichte, vermutlich infolge Vermehrung der parenchymatischen Elemente zwischen den Gefäßen (nicht konstant).

a a'b von Rundzellen erfüllte Spalte, bei *b* weiterschreitend.

a, a' hervorquellende Rundzellenmassen.

c, c' die ursprünglich miteinander in Verbindung gewesenen, durch das Wachstum der Trennungsschichte voneinander entfernten Epidermiszellen.

---

[1] Nach Mohl entsteht die Trennungsschichte gewöhnlich aus einem Folgemeristem; bei manchen Pflanzen nämlich, wie *Brugmansia candida*, konnte er keine Zellteilung nachweisen; da er aber von der Abrundung der Zellen

Einen eigenartigen Mechanismus habe ich bei einigen immergrünen Laubhölzern beobachtet und in einem vorläufigen Bericht[1] beschrieben. Die Ablösung kommt dadurch zu stande, daß die Folgemeristemzellen der am meisten akroskopen Zellage der Trennungsschichte (Fig. 6), unter Umständen auch der nächst tieferen Zellage (Fig. 9), mehr oder weniger zu wuchern beginnen, und durch die Verschiebung der Membranen aneinander[2] ihren gegenseitigen Zusammenhang lösen, ohne daß es zu einer merkbaren chemischen Aktion käme, welche die Mittellamelle auflöste. Dabei soll nicht in Abrede gestellt werden, daß, als nebenbei einhergehende Unterstützung, auch irgend ein chemisches Agens vorhanden sei, welches den Zusammenhang zwischen den jungen dünnwandigen Zellen lockert; doch bedarf es keiner tiefgreifenden Celluloseauflösung oder Maceration der ohnehin ganz dünnen Membranen, da die mechanische Kraft der Verschiebung ausreicht, um die Elemente des jugendlichen Gewebes voneinander zu

---

spricht, wirft *Brugmansia* die Blätter ohne Zweifel mittels des ersten Mechanismus ab. Eine Abrundung der Trennungszellen ist aber nur bei dünnwandigen Zellen möglich, eine Bedingung, die vorwiegend bei meristematischem Gewebe erfüllt ist. Im zartwandigen Gewebe von Blumenblättern besteht (Mohl II) die Bildung der Trennungsschichte in einer chemischen Veränderung des Zellinhaltes und, ohne daß es zu einer Vermehrung der Zellen gekommen wäre, in Abrundung derselben unter mehr oder weniger beträchtlicher Vergrößerung. Übrigens ist der Vorgang beim Abfall der Blumenblätter mit unserem ersten Mechanismus nicht immer identisch. Aus den Untersuchungen Kubart's (Organ. Ablösung der Korollen, 1906) geht nämlich hervor, daß hier oft die Maceration in den Vordergrund tritt (besonders deutlich bei *Imatophyllum, Fuchsia, Nicotiana*) und die Steigerung der Turgorspannung erst die zweite Stelle annimmt. Aber auch bei der Ablösung von Laubblättern kommt der Macerationsmechanismus vor, und zwar in reinster Form beim Erfrieren der Trennungsschichte, weil dann die Turgorspannung überhaupt ausgeschlossen ist wegen Tötung des Protoplasmas, wodurch es gleichzeitig für organische Säuren durchgängig wird (Wiesner VI, p. 57) (Über die Rolle organischer Säuren beim Laubfall vergl. auch Wiesner I, p. 39 und Fig. 4, ferner Wiesner VI, p. 55 f.).

[1] Über eine merkwürdige anatomische Veränderung in der Trennungsschichte bei der Ablösung der Blätter (Öst. bot. Zeitschr., 1906, Nr. 10, p. 380 bis 385.

[2] Gleitendes Wachstum; die fortschreitende Trennung ist z. B. in Fig. 7 zu sehen.

trennen. Den auffallendsten Unterschied von dem oben beschriebenen ersten Mechanismus nimmt man aber unmittelbar nach dem Blattfall an der freigelegten Blattfallwunde wahr: diese ist nämlich in der Regel mit langen schlauchförmigen Zellen bedeckt (Fig. 6), welche an ihrem basalen Ende mit dem Meristem, aus dem sie entstanden, in fester Verbindung bleiben. Das freie Ende ist häufig kolbenförmig aufgetrieben. Die bloßgelegte Blattstielfläche zeigt die unveränderten, mit glatten Wänden aus dem Verbande gehenden Parenchymzellen, deren Membranen an der freien Seite aber sehr dünn sind. Diese Verdünnung ist, wie noch erklärt werden wird, nicht auf die Auflösung von Verdickungsschichten zurückzuführen. Das Trennungsgewebe bleibt vollständig am Sproß zurück, während bei den anderen Mechanismen die Loslösung so erfolgt, daß jede der beiden freigelegten Flächen einen Teil der Trennungsschichte besitzt (Van Tieghem); allerdings bleibt auch hier der größere Teil am Blattkissen zurück (Tison, p. 267).[1]

Für einen weiteren Mechanismus werden wir die anatomischen Verhältnisse an einem Beispiele *(Nerium)* im V. Abschnitt erläutern; es handelt sich um eine physiologisch zuerst von Wiesner[2] untersuchte Erscheinung, bei welcher der bis zur Trennungsschichte vertrocknete Blattstiel durch die Turge-

---

[1] Die Autoren halten den Bau der Trennungsschichte und den unmittelbar zur Loslösung führenden Vorgang (Mechanismus) nicht genügend auseinander, nur Wiesner bespricht in einer Abhandlung (VI) ausführlich auch die Mechanik des Blattfalles. Mohl und Van Tieghem kennen bloß den Abrundungsmechanismus, Tison aber erwähnt, obwohl er auch Pflanzen untersucht hat, welche unzweifelhaft denselben Mechanismus haben, in seinem Résumé (p. 264 ff.) mit keinem Worte die Abrundung der Zellen; er beschreibt vielmehr bloß den Auflösungsmechanismus, welcher nur bei einem Teile der von ihm untersuchten Pflanzen vorkommt. Tison's Einteilung der Trennungsschichten in verschiedene Typen ist vorwiegend morphologisch und nimmt nur selten vom Ablösungsvorgang selbst Kenntnis. Über den ganz abweichenden Mechanismus des ersten Typus wird weiter unten (Abschnitt IX) noch gesprochen werden. — In einer Arbeit von Van Tieghem und Guignard (siehe Literatur) wird beim Blattfall von *Gymnocladus canadensis* im absolut feuchten Raume ein Vorgang als »Resorption einer Zellschichte« gedeutet; er dürfte mit dem Tison'schen Auflösungsmechanismus identisch sein oder ihm wenigstens nahe stehen.

[2] Über Frostlaubfall etc., Typ. *c*.

scenz des zurückbleibenden Stumpfes den Zusammenhang mit diesem verliert (vergl. Abschnitt X, [VIII, 1]).

Die bisher vorgeführten Eigenschaften der Trennungsschichte beziehen sich bloß auf das Grundgewebe. Die Epidermis wird an der Grenze zweier Zellagen zerrissen; das scheint der gewöhnliche Fall zu sein (Fig. 2*B* und 3); doch kommt auch Zerreißung der Zellen mit Eröffnung des Lumens vor (Fig. 13, *e*). Was das Gefäßbündel anbelangt, möchte ich zu dem im vorigen Abschnitte bereits Gesagten nur noch hinzufügen, daß das Zerrissenwerden der Gefäßbündel vollständig als organischer Vorgang aufgefaßt werden muß und gar keine äußere Kraft, auch nicht die Schwerkraft,[1] wie Van Tieghem meint, dabei beteiligt sein muß, wie auch Wiesner (I, p. 4) gelegentlich beobachten konnte, daß sich Zellen der Trennungsschichte zwischen die mechanischen Elemente einschoben und dadurch einzelne Gefäße noch vor dem Blattfall zerrissen, während Cambiumzellen im Bereiche der Trennungsschichte des Gefäßbündels ganz ebenso aus dem Verbande gingen wie Parenchymzellen des Grundgewebes. Bei schwacher Vergrößerung kann man oft erkennen, daß die schon mit freiem Auge auf dem Längsschnitt als gerade, abweichend gefärbte Linie erkennbare Differenzierung, welche die Trennungsschichte bildet, auch das Gefäßbündel durchsetzt (Fig. 2*A*, *ff'*); bei starker Vergrößerung sieht man dann

[1] Ein Versuch, den ich oft, stets mit dem gleichen Erfolge, wiederholt habe, zeigt, daß die Kraft der wuchernden Trennungszellen allein das Gefäßbündel zu zerreißen im stande ist. Kleine Sproßstücke von *Evonymus japonica*, aus zwei halben Internodien und dem dazugehörigen Blattpaare bestehend, wurden mit der einen Schnittfläche in eine mit feuchter Watte ausgekleidete Glasschale gepflanzt und erschütterung- sowie luftzugfrei aufgestellt. Um die Schwerkraft möglichst vollständig auszuschließen, wurden einigen Blättern die Spreiten abgeschnitten. Nach weniger als einer Woche waren alle Blätter abgefallen, die spreitenlosen Stiele aber blieben an einem ganz kleinen Stück Epidermis gegenüber dem Axillarwinkel mit dem Sproß in Verbindung. Zwischen den beiden freigelegten Flächen klaffte eine tiefe Spalte. Bei den verkehrt aufgestellten, mit der oberen Schnittfläche in die Watte gesetzten Exemplaren hatten die Blattstiele eine Bewegung nach aufwärts, also entgegen der Schwerkraft, ausgeführt, so daß man von letzterer sicher auch als Teilursache des Blattabfalles absehen darf.

in günstigen Fällen, daß in der Höhe der Trennungsschichte die einzelnen Spiralen der Verdickungsleisten der Gefäße stark gedehnt sind, und es ist klar, daß bei fortschreitender Ausbildung der Trennungsschichte die gedehnten Spiralen endlich

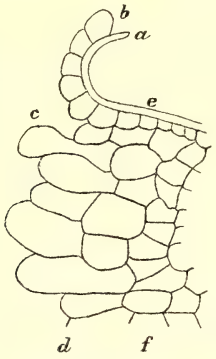


Fig. 3. Vergr. 200.

Evonymus japonica, oberer Rand der Blattfallwunde.[1]

a Cuticula.
b Epidermiszellen.
cd Trennungszellen.
ef Grenze der Trennungsschichte gegen das unveränderte Grundgewebe.

zerrissen werden. Bei Blättern aber, welche sich an ihrem Grunde vom Blattstiel ablösten (*Citrus*-Arten, vide p. 1002), sah ich auch tracheale Elemente mit glatten Wänden aus dem Verbande gehen.

III. Die Entwicklung der zum Schlauchzellenmechanismus führenden Trennungsschichte.

Es kommt im Pflanzenreiche nicht selten vor, daß Zellen einer Gewebsschichte auf irgend einen Reiz zu wuchern beginnen und besonders in der Längsrichtung ein Vielfaches ihres normalen Durchmessers erreichen. Hiebei handelt es sich fast immer um pathologische Erscheinungen. Eine derartige Volumzunahme erfahren nach Verwundung eines Organs häufig die unmittelbar unter der Wundfläche liegenden Zellen, sie

[1] Material von [III, 6].

bilden Callushypertrophien (Küster[1]). Durch Verwundung von Blättern erzielte Küster eine mächtige Vergrößerung der Mesophyllzellen; der in seinem Werke abgebildete Querschnitt durch den Wundrand eines *Cattleya*-Blattes hat eine große Ähnlichkeit mit unseren Schnitten durch die frische Blattfallwunde von Pflanzen, welche zum Blattabwurf sich des Schlauchzellenmechanismus bedienen. Die Vermutung lag also nahe, auch die Schlauchzellen der Trennungsschichte seien Bildungen, welche infolge einer Verwundung, allerdings einer physiologischen, entstehen. Bei *Cinnamomum Reinwardti* konnte ich tatsächlich, wenn ein Blatt durch äußere, wenn auch ganz geringe Gewalt zum Abfalle gebracht wurde, oder beim Versuche, es zu schneiden, abbrach, oft die Abwesenheit der Schlauchzellen feststellen; die Trennungsschichte bestand einfach aus neugebildeten dünnwandigen Zellen, welche mit glatten Wänden aus dem Verbande gingen. Frische Wunden von spontan abgefallenen Blättern aber waren ausnahmslos mit Schlauchzellen bedeckt. Dagegen waren bei *Cinnamomum Camphora* die Schlauchzellen schon zu einer Zeit ausgebildet, wo das Blatt noch relativ fest saß, aber durch geringe Erschütterung oder durch unvorsichtiges Berühren abfiel.

Am vollkommensten ließ sich die ganze Entwicklung an *Laurus nobilis* verfolgen und dadurch jeder Zweifel beseitigen, daß die Schlauchzellen nicht nur keine bloße Wundreaktion sind, sondern daß sie eine bestimmte Funktion haben, nämlich die Blätter vom Sproß abzuheben und dadurch die Gefäßbündel zu zerreißen.

Die erste Veränderung im Blattgelenk von *Laurus nobilis*, welche zur Ausbildung der Trennungsschichte führt, ist eine Veränderung der physikalischen und chemischen Eigenschaften eines kleinen Membrananteiles der Zellen, aus welchen das Meristem hervorgehen soll; gleichzeitig erscheint ihr Lumen von einem dichteren Inhalt erfüllt; die Zellwände quellen auf, werden durchsichtiger und nehmen bei der Färbung des Präparates Farbstoffe weniger gut an.[2] Im Raume stellt sich der

[1] Pathologische Pflanzenanatomie, p. 91 ff.

[2] Reste so veränderter Membranen sind auch noch in älteren Stadien zu finden; so z. B. hatten sich Fig. 4, wo die Meristembildung bereits im Gange

von dieser Veränderung befallene Teil jeder einzelnen Zelle (z. B. *acdf* in Fig. 4[1]) vermutlich als ringähnlicher Körper dar, welcher die Zelle in zwei Teile scheidet, die sich, nach eingetretener Kernteilung, durch eine Membran voneinander abschließen. Der verquollen aussehende Wandteil der Mutterzelle

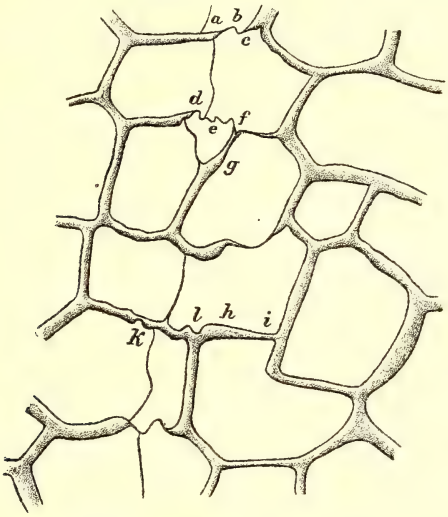


Fig. 4. Vergr. 520.

Laurus nobilis, erste Anlage der Trennungsschichte (Treiblaubfall).

Die Membrananteile *ac* und *df* sind im Stadium verstärkten Wachstums und legen sich bei gleichzeitiger Verdünnung wegen des beschränkten Raumes in Falten (*b*, *e*). Die Membranverdünnungen bei *k* und *l* sind vielleicht Stellen, die sich eben zum Wachstum anschicken.

Über *fg* und *hi* vide p. 992, Anm. 2.

verdünnt sich, und die Zelle beginnt zu wuchern, so daß die aus ihren beiden Polen entstandenen zwei Teilungsprodukte sich voneinander entfernen. Der oben erwähnte Ring wird zu einem langen, dünnwandigen Zylinder, welcher durch Querwandbildung in mehrere Zellen zerfällt. In diesem Stadium ist

---

ist, die Membranstücke *fg* und *hi* schlecht gefärbt, waren von verschwommenem Aussehen und schienen sich nach einer Seite zu verschmälern.

[1] Hier ist aber bereits eine weitere Veränderung eingetreten, nämlich Wachstum der Membran mit Verdünnung.

also zwischen dem dickwandigen Parenchym des Blattkissens und dem ebenso beschaffenen des Blattstieles eine Schichte dünnwandiger Zellen eingeschaltet (vergl. Fig. 5[1]), welche schon mit freiem Auge auf dem Längsschnitt als transparente, sehr deutlich sichtbare Linie bemerkbar ist. Die Membranen des Meristems, besonders die längsverlaufenden, legen sich in Falten, infolge des Wachstums im beschränkten Raume. Durch die infolge der Zellvermehrung auftretende Spannung wird

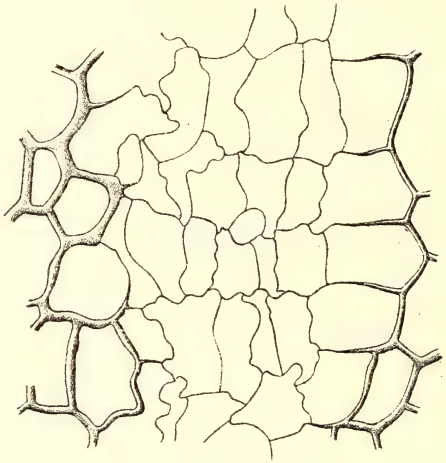


Fig. 5. Vergr. 255.

Cinnamomum Reinwardti, Trennungsschichte (sporadischer Laubfall).

endlich die aktiv sich nicht beteiligende Epidermis gesprengt, und der Riß ist als ringförmige, den Blattstiel vom Blattkissen abgrenzende Furche deutlich zu sehen. Auch das Gefäßbündel erleidet eine Veränderung, indem sich die parenchymatischen Elemente an der Bildung der Trennungsschichte beteiligen und die mechanischen Elemente im Verein mit den aus dem Grundgewebe hervorgegangenen Neubildungen einzeln, zum Teil nach vorherigem Zerdrücken, in der Längsrichtung ausdehnen und endlich zerreißen. Mit der Überwindung der Festigkeit des Gefäßbündels hört der auf den Meristemzellen lastende

[1] Bei *Laurus nobilis* wird das entsprechende Stadium zwar beim Treiblaubfall ausgebildet, nicht aber (vide Fig. 6) beim sporadischen Laubfall (p. 996).

Druck auf, die gewellten Membranen glätten sich, wodurch die freizulegenden Zellen Schlauchform annehmen und das nicht mehr durch Stranggewebe mit dem Stamme zusammenhängende Blatt von seiner Insertionsstelle entfernen. Im Grundgewebe geht die Ablösung des Abzuwerfenden vom Zurückbleibenden in der Mittellamelle durch ungleichmäßiges Wachstum der beteiligten Elemente vor sich. Die wiederholt beobachtete, von *Cinnamomum Reinwardti* bereits erwähnte Tatsache, daß schon vor Ausbildung der Schlauchzellen das Blatt durch geringe Gewaltanwendung zur Ablösung gebracht werden kann, wobei die Meristemzellen mit glatten Wänden aus dem Verbande gehen, darf darauf bezogen werden, daß durch chemische Agenzien eine Lockerung der Intercellularsubstanz herbeigeführt wird; unbedingt notwendig ist diese Annahme aber nicht.

Ähnlich verläuft der Vorgang bei *Laurus canariensis*, *Cinnamomum Reinwardti*, *Cinnamomum Camphora*; Schlauchzellenbildung an der frischen Blattfallwunde wurde auch an *Cinnamomum albiflorum*, *Apollonias canariensis*, vielleicht *Ficus stipulata*, ferner bei mehreren *Citrus*-Arten und *Pilocarpus pennatifolius* beobachtet, für die nähere Untersuchung aber fehlte das Material.

IV. Über die Abhängigkeit der Form der Trennungsschichte von inneren und äußeren Faktoren.

In der Einleitung zu seinem Werke über den Laubfall bemerkt Tison, er hätte die Blattablösung bloß an im Freien wachsenden Bäumen zur Zeit ihrer natürlichen Entlaubung im Herbste studiert, also nicht an eingetopften Glashauspflanzen oder solchen, die durch irgend ein Kunstmittel zur Entlaubung veranlaßt wurden. Die von Tison beschriebenen Vorgänge sind also sicher rein physiologisch. Um aber ein vollständiges Bild der Anatomie und Physiologie des Laubfalles zu gewinnen, wäre es wünschenswert, dieselben Pflanzen auch zu anderen Zeiten zu untersuchen, wenn der Blattabwurf als einer der von Wiesner[1] beschriebenen physiologischen Typen eintritt.

---

[1] Siehe Literatur, Wiesner, III—VI.

Die unten mitgeteilten Beobachtungen an immergrünen Gewächsen lassen es als möglich erscheinen, daß auch bei sommergrünen das Trennungsgewebe nach den zum Abwurfe führenden Ursachen verschieden ist; auch die von Küster[1] gestellte Frage, »ob das an verstümmelten Blättern und unter Einwirkung feuchter Luft entstehende Trennungsgewebe mit dem normalen übereinstimmt«, erscheint dadurch sehr berechtigt.[2]

Die zahlreichen Untersuchungen Wiesner's lehrten den Laubfall als Herbst-, Sommer-, Treib-, Hitze- und Frostlaubfall kennen. Pflanzen mit Treiblaubfall verlieren auch außerhalb desselben Blätter, vorzugsweise ältere; dieser auf inneren Faktoren beruhende Vorgang soll im folgenden als sporadischer Laubfall bezeichnet werden. Die Verschiedenheit der Ursache prägt sich auch in der Verschiedenheit des Trennungsgewebes aus. Während beim sporadischen Laubfall von *Laurus nobilis*[3] die frische Blattfallwunde mit langen Schläuchen bedeckt war (Fig. 6), welche dem normalen Parenchym entweder direkt oder durch Vermittlung einer zweiten dünnwandigen Zellage (Fig. 7) aufsaßen, bestand das Trennungsgewebe während des Treiblaubfalles[4] aus mehreren Zellagen, von denen die freigelegte aus kurzen Schläuchen bestand (vide Fig. 2 auf p. 383 der Öst. bot. Zeitung, 1906).

Bei *Cinnamomum Reinwardti*[5] war die Gesamtmenge des sporadisch abgefallenen Laubes (Winteranfang) ungefähr so groß als die dem Treiblaubfall (Februar) erlegene. Letzterer war nicht so deutlich ausgeprägt wie bei *Laurus nobilis*, zumal da er vom sporadischen Laubfall nicht durch ein großes Zeit-

---

[1] L. c., p. 189, Anm. 3.

[2] Zum Teil hat diese Frage schon Mohl (II) beantwortet: Beim Forcieren des Laubfalles im absolut feuchten Raume tritt niemals Peridermbildung auf, die Zellen färben sich nicht, wie im Herbste, bräunlich. Auch durch Frostwirkung (Mohl I) wird der Vorgang der Ablösung modifiziert: Der Zellinhalt bildet unregelmäßige Ballen und die Membranen werden zum Teil zerrissen.

[3] Im Winter an eingetopften, zirka 2 *m* hohen Bäumen, welche in einem kalten, aber frostfreien Raume standen, beobachtet.

[4] Im Juni und Juli zum Teil an denselben, nun aber im Freien stehenden Bäumen beobachtet.

[5] Kalthauspflanze, über 2 *m* hoch.

intervall getrennt war. Während die zahlreichen untersuchten frischen Blattfallwunden von sporadisch abgefallenen Blättern

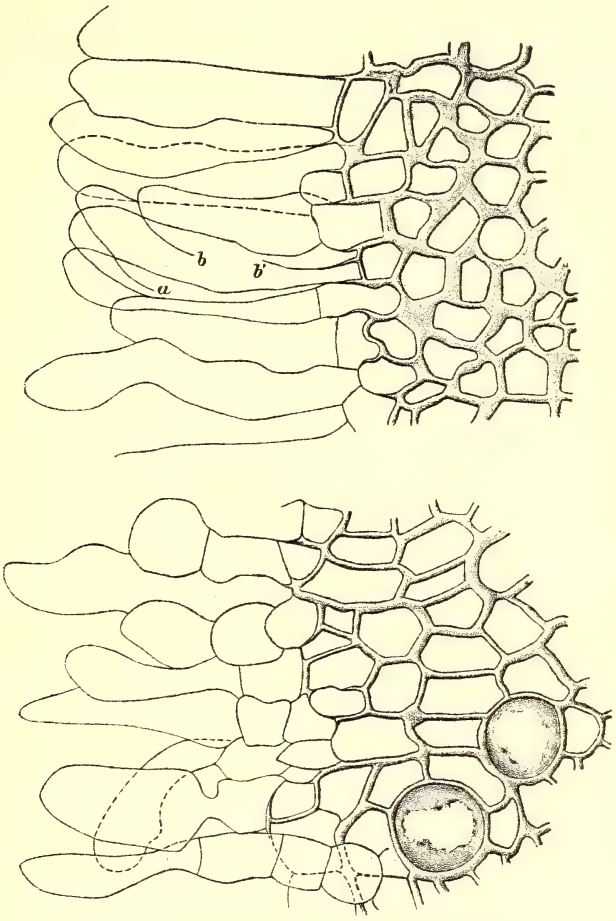


Fig. 6 und 7. Vergr. 200.

Laurus nobilis, sporadischer Laubfall.

Längsschnitt durch die frische Blattfallwunde.

Der in Fig. 6 dargestellte Typus ist der häufigere.

a, *b*, *b'* bei der Präparation zerrissene Zellwände.

an der freigelegten Fläche vergrößerte Zellen mit kolbig aufgetriebenen Enden hatten (Fig. 8), zeigten einzelne Anfang Februar, als das Treiben eben begann, untersuchte Blätter

lange Schläuche, welche bereits vor Abfall des Blattes ausgebildet waren[1] (Fig. 9).

Eine bemerkenswerte Ausnahme vom Gesetze, daß die Trennungsschichte immer an einer für jede Pflanze ganz bestimmten Stelle auftritt, wenn sie auch vor dem Zeitpunkte, in dem die zur Blattablösung führenden Veränderungen entstehen,

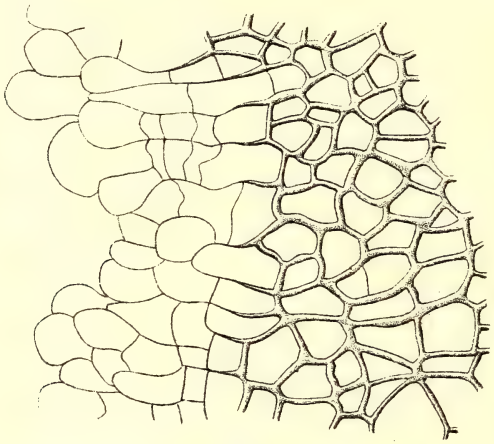


Fig. 8. Vergr. 200.

Cinnamomum Reinwardti.

Längsschnitt durch die frische Blattfallwunde (sporadischer Laubfall); kurze Schlauchzellen mit kolbig verbreitertem Ende.

gewöhnlich durch gar nichts sich von der Umgebung unterscheidet (Mohl I), bildet *Cinnamomum Reinwardti* darin, daß einzelne Blätter, manchmal mehrere an demselben Sproß, nicht an der normalen Stelle, sondern etwas höher, bisweilen zirka 2 *mm* und darüber, ihre Trennungsschichte ausbilden, ein Vorgang, der sich ziemlich selten einstellt.[2] Die Schlauchzellen waren den an normaler Stelle entstehenden ähnlich, aber am Ende weniger abgerundet als diese, und zwar waren sie in

[1] Das war sehr auffallend; denn wie im III. Abschnitt auseinandergesetzt wurde, bilden sich die Schlauchzellen (Kolben) von *Cinnamomum Reinwardti* erst ganz kurz vor dem Abfalle; dort handelte es sich aber bloß um sporadisch abgefallene Blätter.

[2] Er wurde an dem einen Baum in zwei Wintern zirka zehnmal beobachtet.

dem einzigen während des Treibens zur Untersuchung gelangten Falle bedeutend länger als sonst.

Eine mächtige Trennungsschichte wird erzielt, wenn abgeschnittene *Laurus*-Sprosse im absolut feuchten Raume durch Entfernen von Spreiten zum Abwerfen der Blattstiele veranlaßt werden. Die Epidermis wird in Gestalt einer deutlich klaffenden

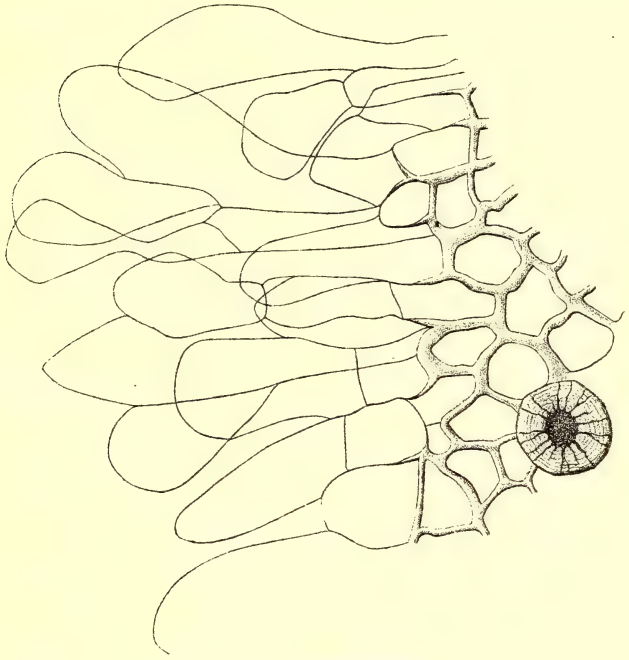


Fig. 9. Vergr. 200.

Cinnamomum Reinwardti.

Schlauchzellenbildung während des Treibens. (Das Blatt war braun und fiel bei Berührung ab, somit ist ein nachträgliches Wachstum der Schläuche ausgeschlossen.)

Ringfurche zerrissen, und auf dem Längsschnitte sieht man nach der Blattablösung die freien Enden der Schlauchzellen in zwei Stockwerken übereinander (Fig. 1 auf p. 382 der Öst. bot. Zeitung, 1906). Die entgegengesetzten Enden dürften vielfach in derselben Höhe liegen, so daß durch das Wachstum der längeren Schläuche das Blattstielgewebe von den kürzeren abgelöst wird.

Eine sehr große Mannigfaltigkeit der Elemente der Trennungsschichte wurde bei *Evonymus japonica* beobachtet. Die Bildung der Trennungsschichte geht von der Mitte der aus kleinzelligem Gewebe bestehenden Trennungszone aus (Fig. 10 und 11). Abgeschnittene, mit der Schnittfläche in Wasser stehende Sprosse warfen in trockener Luft in einigen Tagen (Winter zirka sieben, Sommer zirka fünf) alle Blätter ab. Der Mechanismus bestand im Winter in starker Turgescenz von

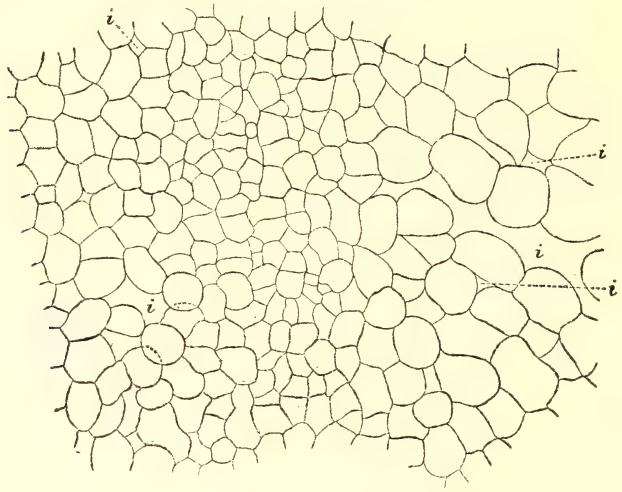


Fig. 10. Vergr. 200.

Evonymus japonica, normales Blattgelenk mit der Trennungszone.
i Intercellularen.

Rundzellen, während bei drei im Sommer vorgenommenen Versuchen die sich einzeln oder gruppenweise ablösenden Zellen im optischen Durchschnitte trapezförmig waren und wohl durch Maceration aus dem Verbande gingen. Bei einem gleichen, in künstlich getrockneter Luft vorgenommenen Versuche [I, 20] waren die Zellen unregelmäßig in die Länge gestreckt, dünnwandig, manche an einem Ende oder einer Seite mit einem langen Fortsatze versehen, in welchen sich das Lumen hinein erstreckte; die Ursache der allgemeinen Isolierung ist wohl ebenfalls Maceration.

Im (absolut) feuchten Raum ist der Laubfall nur sehr schwer oder auch gar nicht[1] zu erzielen, leicht aber, wenn man gleichzeitig noch einen den Laubfall begünstigenden[2] Faktor mitwirken läßt: Austrocknung (indem der Sproß, ohne mit der Schnittfläche in Wasser zu tauchen, einfach in feuchter

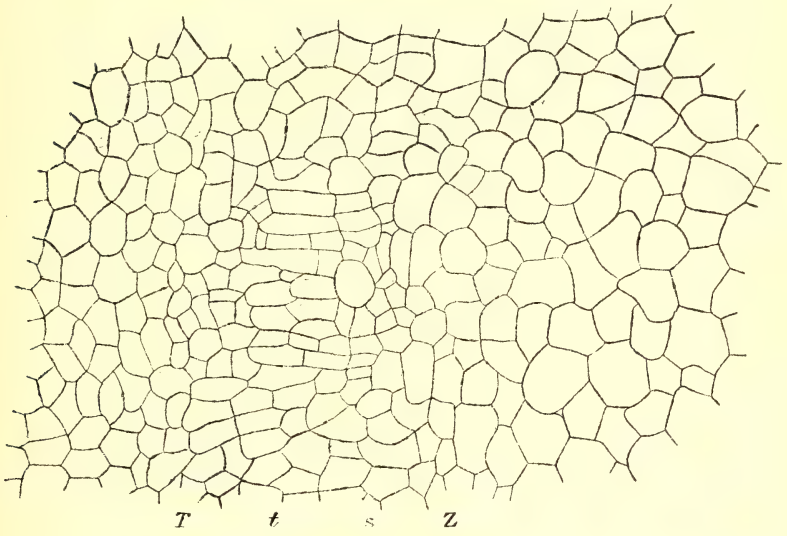


Fig. 11. Vergr. 200.

Evonymus japonica, Entwicklung der Trennungsschichte (Forcement durch Wärme[3]).

TZ Trennungszone,
ts Trennungsschichte.

Luft stehen gelassen wird) [II, 7], Entzug der Kohlensäure [III, 6; VIII, 2], erhöhte Temperatur [VIII, 5]; in allen drei Fällen genügt eine verhältnismäßig kurze Zeit ($^1/_2$ bis zwei Wochen) zur Entblätterung; diese erfolgt durch den Schlauchzellenmechanismus.

---

[1] Wegen endlich eintretender Bewurzelung des Sprosses (im Winter); wenn es dann zum Treiben kommt, hat aber dieses einen Laubfall zur Folge [II, 3, 4].

[2] Dunkelheit begünstigt bei dieser Pflanze den Laubfall nur sehr wenig, besonders im Winter [I, 17; II, 4].

[3] Material von [VIII, 5*c*].

V. Einige Versuche über das Forcieren der Blattablösung.

Die *Citrus*-Arten haben den Blattstiel nicht nur gegen die Achse, sondern auch gegen die Spreite deutlich abgesetzt, und die Ablösung kann in jedem der beiden Gelenke vor sich gehen. Ein eingetopftes Exemplar von *Citrus medica* zeigte beim Blattfall am oberen Gelenk an der freigelegten Blattstielfläche kolbig aufgetriebene Zellen, während beim Abfall am unteren Gelenk beide freigelegten Flächen mit isolierten Rundzellen bedeckt waren. Es fiel auf, daß beim gleichzeitigen Abfalle mehrerer Blätter entweder alle oder fast alle am oberen oder alle am unteren Gelenk sich ablösten, daß sich also der Abfall nicht annähernd gleichmäßig auf beide Gelenke verteilte, sondern daß deutlich eines bevorzugt wurde. Ob es sich bei dieser mehrmals beobachteten Erscheinung um eine bedeutungslose Zufälligkeit handelt oder etwa um eine Anpassung an zwei verschiedene, zum Laubfall führende Faktoren, von denen der eine vorwiegend auf das obere, der andere auf das untere Gelenk wirkt, konnte, da das Material fehlte, nicht geprüft werden. Desgleichen konnte von *Citrus Aurantium* nur der eine weiter unten (p. 1003) angegebene Versuch ausgeführt werden. Bei der Ablösung des Blattes an seinem Grunde vom Stiel gingen bei beiden Pflanzen die Gefäßbündel, ohne zu zerreißen, mit glatten Wänden aus dem Verbande; sie waren an dieser Stelle nicht verholzt. Bei dem eingetopften Exemplar fielen die am Sproß zurückgebliebenen Blattstiele nach einiger Zeit ebenfalls ab.

Daß die Trennungsschichte ein Anpassungs-, kein Organisationsmerkmal ist, folgt nicht nur aus der Leichtigkeit, mit welcher sie Veränderungen fähig ist und aus der bei Tison klar ersichtlichen Tatsache, daß ganz verschiedene Arten einen anatomisch ganz gleichen Bau der Trennungsschichte haben können und umgekehrt, sondern auch aus dem ganz verschiedenen physiologischen Verhalten nahe verwandter Arten. Während *Cinnamomum Reinwardti* gegen feuchte Luft sehr resistent ist, verlor *Cinnamomum Sieboldi* im absolut feuchten Raume schon nach einigen Tagen die meisten Blätter [I, 19], aber durch den Rundzellenmechanismus. Eigentümlich war

der Unterschied im Verhalten von *Evonymus japonica* und *Ev. Schottii* bei möglichst starker und möglichst geringer Transpiration. Das Ende des sechstägigen Versuches [I, 20, 21] veranschaulicht folgende Tabelle:

	Möglichst trockener Raum	Absolut feuchter Raum
Ev. japonica ...	Blätter am Sproß vertrocknet, eines von selbst abgefallen (Macerationsmechanismus)	Unverändert (wie nach I, 17 selbstverständlich)
Ev. Schottii	Noch frisch	Blätter abgefallen (Macerationsmechanismus)

Die macerierten Zellen von *Evonymus Schottii* waren außerordentlich lang und dünnwandig, die von *Evonymus japonica* sind im vorigen Abschnitte (p. 1000) beschrieben. Zwei auf gleiche Weise eingeleitete Parallelversuche mit *Citrus Aurantium* [I, 24] ergaben hohe Empfindlichkeit gegen beide Extreme: die Vertrocknung war am dritten Tage vollständig, der Laubfall im absolut feuchten Raume begann am vierten Tage, während die noch festsitzenden Blätter auf Berührung sehr leicht abfielen, und zwar annähernd gleichmäßig an der oberen und an der unteren Articulation; es fand sich auch in gleicher Weise an beiden Gelenken der Schlauchzellenmechanismus vor; die Schläuche der unteren Trennungsschichte waren besonders groß und enthielten Stärke, während die der oberen, von Kolbenform, stärkefrei waren. *Laurus nobilis* vertrocknete in der Mitte der zweiten Woche [I, 22], während *Aucuba japonica* am 12. Tage, als der Versuch abgebrochen wurde, noch lebte, aber vollständig erschlafft war [I, 23].

Im kohlensäurefreien Raume fallen nach Furlani[1] nur Blätter ab, deren Insertionsstelle noch im meristematischen Zustand ist. Bei *Cinnamomum Reinwardti* [III, 7] fielen tat-

[1] Über den Einfluß der Kohlensäure auf den Laubfall. Öst. bot. Zeit., 1906.

sächlich nur jüngere Blätter ab, während ältere, auch solche, die dem natürlichen Laubfall bereits nahe standen und vergilbt oder gebräunt waren, fest blieben. Die Schlauchzellen hatten die Form kurzer Zylinder. Bei einem zweiten Versuche [VIII, 7] im kohlensäurearmen Raume fiel in der fünften Woche ein anscheinend völlig erwachsenes Blatt in vollständig grünem Zustand ab. Das Trennungsgewebe bestand aus langen

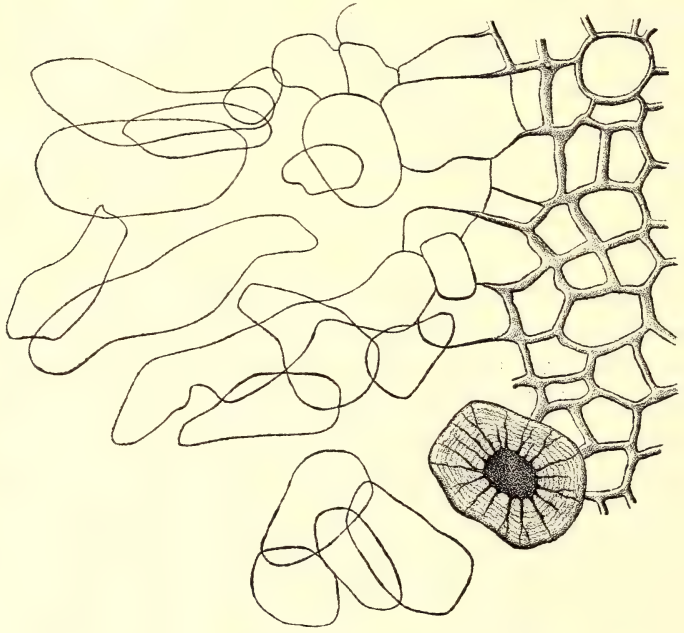


Fig. 12. Vergr. 200.

Cinnamomum Reinwardti, Maceration der Trennungszellen im CO_2-armen Raume.

Schläuchen, welche aber nicht, wie sonst immer sowohl bei der spontanen als auch bei der experimentell herbeigeführten Blattablösung, fest mit der Unterlage in Verbindung blieben, sondern auch in großer Zahl vollständig frei die Blattwunde bedeckten (Fig. 12).

Bei *Evonymus japonica* fielen alle Blätter ab [VIII, 2]; die Schlauchzellen waren kolbenförmig und schienen bei längerem Aufenthalt im kohlensäurefreien Raume länger geworden zu

sein; hier trat ebenfalls eine Maceration der Trennungszellen ein, und einzelne nahmen ähnliche Formen an wie beim Versuch im möglichst trockenen Raume [I, 20].

Buxus sempervirens verlor alle Blätter [III, 6, *b*]; die Trennung erfolgte durch lange, in zwei Lagen übereinander angeordnete Zellen, welche an ihren Längswänden keine Loslösung voneinander erkennen ließen und eine hyperplastische Gewebsmasse bildeten, welche in radialer Richtung den normalen Durchmesser des Blattgrundes übertraf.

Der Einfluß erhöhter Temperatur wurde im Wärmeschrank im Dunkeln, meistens bei feuchter Luft untersucht. Bei zirka 30° C.[1] brauchte *Evonymus japonica* vier Tage bis zur vollständigen Entblätterung [VIII, 5], *Stiftia chrysantha* drei Tage [VIII, 8], *Nerium Oleander* neun Tage [VIII, 16; IX, 1], *Eugenia Ugni* sechs Tage [VIII, 12]. Bei 40° C. hatte *Evonymus japonica* keinen Laubfall, sondern die Blätter vertrockneten am Stamme innerhalb fünf Tagen, gleichgültig ob die Luft im Wärmeschrank feucht [II, 8] oder trocken [III, 2] war.

Sprosse von *Taxus baccata* verloren bei zirka 30° C. [IX, 2] schon gegen Ende der ersten Woche einzelne Nadeln. Nach zehn Tagen waren die meisten so gelockert, daß sie durch eine leichte Knickung nach abwärts zum Abfall gebracht werden konnten. Spontan fielen sie nur sehr spärlich ab; als der Versuch in der Mitte der dritten Woche abgebrochen wurde, war ein Teil der Nadeln, besonders an den Hauptsprossen, gegen die Spitze zu gebräunt, während die tiefer unten stehenden und die der Nebensprosse grün geblieben waren. Bei beiden Gruppen von Nadeln genügte meistens eine geringe Erschütterung oder Berührung, bei manchen erst eine kräftigere Knickung, um sie abzulösen, ein geringer Teil saß ganz fest. Längsschnitte durch das Blattgelenk zeigten ein dünnwandiges Trennungsgewebe (Fig. 13), aber bloß vom Blattspurstrang zur oberen Epidermis, ein älteres Stadium mit einer den ganzen Nadelgrund durchsetzenden Trennungsschichte kam nicht zur Untersuchung, auch konnte der Vorgang der Ablösung noch nicht beobachtet werden.

---

[1] Die Temperatur stieg zeitweilig um 1 bis 3°.

Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur blieben *Taxus*-Sprosse sowohl im absolut feuchten Raume als auch im kohlensäurefreien Raume durch drei Wochen unverändert.

Der Trennungsmechanismus bei erhöhter Temperatur wurde für *Evonymus japonica* bereits besprochen. Bei dem einzigen mit *Stiftia* und *Eugenia* angestellten Versuche waren die Trennungszellen, bei ersterer aus einer Trennungszone hervorgehend, an der freiliegenden Seite mehr oder weniger

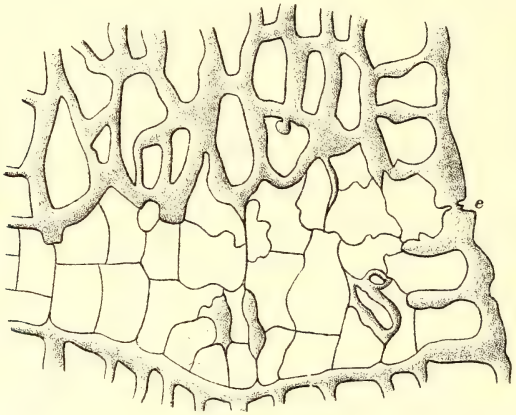


Fig. 13. Vergr. 300.

Taxus baccata, Bildung einer Trennungsschichte durch Einwirkung erhöhter Temperatur.

e beginnender Riß durch die Epidermis.

abgerundet; es kam aber fast nirgends zu vollständiger Isolierung; auffallend war die besonders geringe Mächtigkeit des Trennungsgewebes. Bei *Nerium* war die Blattbasis ziemlich trocken, während die freie Blattfallwunde mit einer dicken Lage großer, stark turgescierender, dünnwandiger Zellen bedeckt war, so daß wohl der Spannungsunterschied die Ursache der Ablösung war.[1] Andere Blätter desselben Versuches zeigten

[1] Über Blattabwurf infolge Turgescenz der am Blattkissen zurückbleibenden Zellen vergl. Wiesner, Über Frostlaubfall nebst Bemerkungen über die Mechanik der Blattablösung, Typus *c*.

ein ähnliches Verhalten, wie es bei *Buxus* beschrieben ist (p. 1005)[1] (Fig. 14).

Bei *Eupatorium adenophorum*, dessen Unfähigkeit, sich seiner Blätter zu entledigen, Wiesner[2] biologisch erklärt und

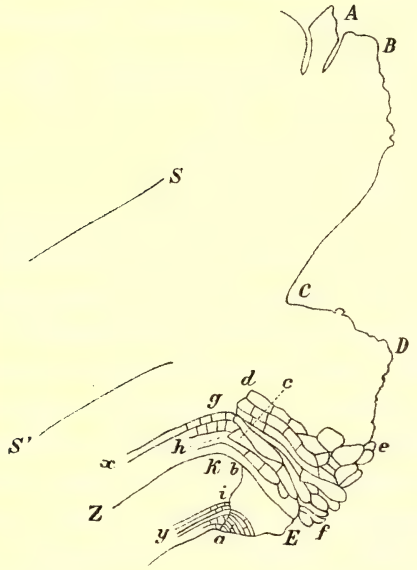


Fig. 14. Vergr. 40.

Nerium Oleander, durch Wärme forcierter Laubfall.[3]

A Axillarknospe.
BCDE freier Rand der Blattfallwunde.
abcd Grenze des normalen Grundgewebes.
cdef Teil des hyperplastischen Trennungsgewebes.
ghx, iay, kz Verlaufsrichtung der Zellstränge des normalen Grundgewebes.
SS' Gefäßbündel.

daraus folgert, daß sich die Blattablösung auch durch kein Kunstmittel erzwingen lasse, hatten die sonst dazu führenden Faktoren (absolut feuchter Raum, CO_2-armer Raum, erhöhte Temperatur) bloß das Ergebnis, daß die abgeschnittenen Sprosse

[1] Der Mechanismus dürfte derselbe wie im vorstehenden Falle sein.

[2] Die biologische Bedeutung des Laubfalles, Abschnitt 8.

[3] Das Blatt löste sich erst beim Schneiden ab, das Trennungsgewebe war also sicher schon vor seiner Freilegung hyperplastisch.

lebhaft in die Länge wuchsen; in dem Maße, als sich neue Blätter entwickelten, starben die alten ab und vertrockneten ganz ebenso wie in der Natur am Stamme; selbst wenn das Wasser, in dem die Sprosse standen, bis über die untersten Blätter hinaufreichte, schrumpften diese unter Verfärbung und man könnte beinahe sagen vertrockneten ebenfalls.

VI. Die Ablösung von Achsengebilden.

Wenn *Cinnamomum Reinwardti* Axillarknospen abwirft, so geschieht es unter denselben anatomischen Verhältnissen wie bei der Blattablösung: Ausbildung von vergrößerten, dünnwandigen Zellen mit kolbig verbreitertem Ende. Absprünge[1] wurden niemals beobachtet, verletzte Zweige vertrockneten einfach. Stümpfe von Zweigen vertrockneten ebenfalls bis zu einer gewissen, sich gegen das lebende Gewebe scharf abgrenzenden Stelle, aber ohne abgeworfen zu werden; dasselbe fand bei *Laurus nobilis*, *Citrus Aurantium* und *C. medica* statt.

Bei *Evonymus japonica* kamen verschiedene Arten der Ablösung von Achsengebilden zur Beobachtung. Zwei kleine eingetopfte Bäumchen, die im Winter ins Treiben gerieten,[2] warfen im Kalthause nach dem Treiblaubfall die frisch ausgetriebenen Zweige ab, sowohl Haupt- als Seitensprosse, und zwar im »Zweigkissen« (Höhnel I). Der Vorgang ist aber nicht als Absprung zu betrachten, da es sich um ganz jugendliche, eben ausgetriebene Organe handelt. Der Ablösungsmechanismus bestand vorwiegend in Maceration: nach Sprengung der Epidermis erweiterte sich die Spalte durch eine Ansammlung isolierter, sehr dünnwandiger, hypertrophischer Zellen von verschiedener Gestalt, am häufigsten Kugelform. Die Ursache dürfte in zu großem Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu suchen sein: es entwickelten sich später auch zahlreiche hyperhydrische Rindenwucherungen.

---

[1] Höhnel, Über den Ablösungsvorgang der Zweige einiger Holzgewächse und seine anatomischen Ursachen; Weitere Untersuchungen über den Ablösungsvorgang von verholzten Zweigen (Mitt. d. forstl. Versuchswesens für Österreich, I. Bd., H. 3 und II. Bd., H. 2).

[2] Vermutlich wegen Aufenthaltes in einem warmen Raume während des Transportes.

An abgeschnittenen Sprossen von *Evonymus japonica* lösen sich die Verzweigungen ebenso wie die Blätter, nur in größeren Zeiträumen, durch einfachen Aufenthalt in trockener Zimmerluft ab. Eine Trennungszone im Sinne Höhnels (I) ist insofern vorhanden, als das Stranggewebe des Seitensprosses innerhalb des Zweigkissens keinen kompakten Holzzylinder bildet, sondern in zahlreiche dünne Holzstränge aufgelöst ist, zwischen welchen nicht verholztes (parenchymatisches) Gewebe liegt.

Die Trennungszellen des Parenchyms sind langgestreckt und gehen durch Maceration aus dem Verbande; ihre wuchernde Kraft reicht aber in der Regel nicht aus, die Verbindung des abzulösenden Stückes mit dem Hauptsproß vollständig aufzuheben, sondern bloß dazu, es bedeutend zu lockern; es ist häufig ein wenn auch ganz geringer äußerer Anstoß notwendig, um die Holzstränge, soweit sie noch intakt sind, abzubrechen.

Ein eigentümlicher Ablösungsvorgang stellt sich nach der Entblätterung in trockener Luft an Sprossen von *Evonymus japonica* ein, wenn man sie dekapitiert. Die Schnittfläche beginnt zu vertrocknen, während nach mehreren Tagen unmittelbar über den nächst tieferen Axillarknospen eine ringförmige Anschwellung sichtbar wird, welche allmählich stärker hervortritt, bis die Rinde ringsum aufbricht. Die klaffende Spalte geht nicht einfach kreisförmig um den Sproß, sondern sie steht an den beiden Seiten etwas über den Axillarknospen, während sie zwischen denselben tiefer herabzieht (Tafel, Fig. *A*). Wurde der Sproß nach der Dekapitation im absolut feuchten Raume gehalten, so entstanden außer dem einfachen zirkulären Aufbruch noch radiäre Risse nach aufwärts, so daß die Rinde an der Grenze der beiden Internodien in eine Anzahl radiärer, von der Achse abstehender Lappen geteilt ist (Tafel, Fig. *D*). Aus den Spalten quellen in großer Menge, besonders beim Versuch in feuchter Luft, allseitig isolierte, hypertrophische, lebensfähige Zellen hervor (Tafel, Fig. *B*, *a'*; Fig. *C*, *c*). Aus Gründen, die mir nicht vollständig bekannt geworden sind, nahm der Aufbruch im trockenen Raume manchmal eine andere Form an, indem die Bildung der zirkulären Furche

unterblieb, und zirka 5 *mm* und darüber vom Knoten aufwärts in der aufgetriebenen Rinde radiär sich verbreiternde, seichte Spalten entstanden (Tafel, Fig. *E*). Desgleichen kam es, aber sehr selten, vor, daß unmittelbar unter der Dekapitationsstelle ein ringförmiger Aufbruch auftrat, welcher aber manchmal später durch Risse nach abwärts in einen radiären überging (Tafel, Fig. *F*); auch in diesem Falle wurden die Spalten zum Teil sehr weit; zur Isolierung großer Zellenmassen kam es beidemal nicht. Ähnlich verhielten sich nach der Entblätterung einige Sprosse der beiden eingetopften Bäumchen, deren Sproßspitzen mit den obersten Blättern während des Winters beschädigt worden und vertrocknet waren. Auf dem Längsschnitte durch einen Aufbruch erkennt man, daß das Rindengewebe stark gewuchert und aufgelockert, der Holzkörper aber unverändert ist; das Mark durchzieht eine durch ihre dunklere Farbe vom übrigen hellgrünen Gewebe nach auf- und abwärts scharf abgegrenzte quer verlaufende Zone, welche unter dem Mikroskop einen dichteren Inhalt und Zellteilung erkennen läßt, somit als Trennungsschichte bezeichnet werden muß.

Zu wirklicher Abstoßung des Internodiums kann es natürlich wegen der vollkommenen Verholzung des homogenen Stranggewebes nicht kommen, der Holzkörper vertrocknet vielmehr samt Mark und Rinde bis zum Ende.[1] Ein am jugendlichen Gewebe nach Verletzung (Abtrocknung) der Sproßspitze entstehender Aufbruch kann aber zur vollständigen Ablösung führen (Tafel, Fig. *A* und *B*).

Die Anschwellung des Aufbruches kommt durch gesteigertes Wachstum der Rindenparenchymzellen vornehmlich in radiärer Richtung zu stande,[2] wobei die am meisten peri-

[1] Vergl. Höhnel I (Unterbleiben des Absprunges und dafür Vertrocknen des Zweiges bei *Thuja occidentalis*, wenn das Trennungsgewebe — bloß eine quere Korklamelle kam zur Beobachtung — abnormer Weise höher angelegt wird als die Trennungszone); ferner Höhnel II, p. 251 (Fehlen der Trennungszone im Holze, während sie samt der Trennungsschichte in Mark und Rinde vorhanden ist).

[2] Ähnlich sind die von Küster beschriebenen Rindenwucherungen sowie die von Höhnel (I) bei den Absprüngen beobachteten Hypertrophien der Rindenzellen in radiärer Richtung.

pheren Zellen maceriert werden und allseitig aus dem Verbande gehen.

Bedingung für das Zustandekommen eines Aufbruches ist das Fehlen (oder die Funktionslosigkeit) des nächst höheren Axillarknospenpaares. Wurden bei einem Dekapitationsversuch gleichzeitig die nun obersten Axillarknospen entfernt, so bildete sich zwar in ihrer Höhe ein Aufbruch, aber kurze Zeit darauf begann am nächst tieferen Knoten die Bildung eines zweiten. Erwachsene, organisch entblätterte Zweige, bei denen die Terminalknospe und mehrere Axillarknospenpaare exstirpiert worden waren, bildeten den Aufbruch in der Höhe des ersten erhaltenen Knospenpaares.

VII. Über Polaritätserscheinungen bei Ablösungsvorgängen.

Die bisher ausnahmslos beobachtete Tatsache, daß bei der Ablösung mittels Schlauchzellenmechanismus die Zellenhypertrophie stets nur an der Sproßseite auftritt, deutet auf einen polaren Gegensatz der Gewebe des Blattansatzes hin. Am oberen Gelenk der *Citrus*-Arten fanden sich die Schlauchzellen nur am Blattstiel, also wieder an der basiskopen Seite. Bei den Aufbrüchen von *Evonymus japonica* gelangten auf folgende Weise polare Erscheinungen zur Beobachtung. Wurden die entblätterten dekapitierten Sprosse teils aufrecht, teils verkehrt ins Wasser (oder in feuchte Watte) gestellt, so waren die freiliegenden Schnittflächen in gleicher Weise der Vertrocknung ausgesetzt; es vertrockneten aber bloß die Enden der aufrecht stehenden Sprosse und schrumpften stark zusammen, während die verkehrt aufgestellten, außer an der Schnittfläche selbst, keine wesentlichen Eintrocknungserscheinungen aufwiesen. Selbst im absolut feuchten Raume war ein Unterschied im Vertrocknen der Schnittflächen wahrzunehmen, insofern als die der verkehrt aufgestellten Sprosse länger frisch blieben. Der Aufbruch bildete sich bloß bei den aufrecht stehenden, die Trennungsschichte im Marke aber auch bei den verkehrt stehenden, jedoch am unteren Ende, welches den apikalen Pol darstellt. Niemals wurde bisher an den umgekehrt aufgestellten Sprossen an der nach oben gerichteten

basiskopen Seite ein Aufbruch beobachtet, obwohl sie unter denselben Verhältnissen standen wie die akroskopen Enden der aufrecht stehenden.

VIII. Allgemeine und vergleichende Betrachtungen über Ablösungsvorgänge.

Bei der großen Ähnlichkeit der Organablösungen im Pflanzen- und Tierreich in biologischer Hinsicht und der Verschiedenheit pflanzlicher und tierischer Organe in Bau und Funktion wäre es nicht uninteressant, den histologischen Bau und die Entwicklungsgeschichte der die Organablösung ermöglichenden Gewebe sowie den Mechanismus der Ablösung auch bei Tieren kennen zu lernen. Soviel mir bekannt ist, bestehen darüber fast gar keine Untersuchungen. Genau erforscht ist bloß der Zahnwechsel der Säugetiere: das Zahnsäckchen, welches den jungen Zahn enthält, wuchert unter dem alten empor und resorbiert allmählich einen großen Teil der Zahnsubstanz. Über den Haarwechsel liegen zwar verschiedene Beobachtungen[1] vor, sie stimmen aber nicht miteinander überein. Ferner ist der Mechanismus der Ablösung einigermaßen bekannt von der Autotomie bei Krebsen: die eingeklemmte oder von einem Feind ergriffene Extremität wird durch eine Muskelkontraktion an einer vorgebildeten Stelle (»Trennungszone«) abgerissen; hiebei wird noch ein zweites, wohl bei keiner anderen Organismengruppe gestelltes Problem gelöst: der augenblickliche Verschluß der Wunde; da nämlich das Herz in offener Kommunikation mit der Leibeshöhle steht und letztere durch die Verletzung der Extremität mit der Außenwelt in Verbindung gesetzt wird, kann nicht erst auf die Ausbildung eines Wundverschlußgewebes gewartet werden, sondern das Ausfließen des Blutes muß durch sofortiges Verlegen der Öffnung verhindert werden, was durch eine Membran geschieht, welche, gleichzeitig mit der Autotomie, die

[1] Aber bloß vom »sporadischen« Haarwechsel des Menschen; die histologischen Verhältnisse des periodischen Haarwechsels der Tiere der gemäßigten Zonen bei Frühlingsbeginn sowie die des zum An- und Ablegen des weißen Winterkleides der Polartiere führenden scheinen nicht untersucht worden zu sein; dasselbe gilt von der Mauser der Vögel.

gesetzte Wunde schließt.[1] Eine »Trennungszone« soll sich auch in den Eidechsenschwanzwirbeln finden; auf welche Weise aber die Trennung der Weichteile vor sich geht, scheint noch nicht untersucht zu sein.

Nachstehende Tabelle enthält eine Zusammenstellung verschiedener Organablösungsvorgänge nach biologischen Gesichtspunkten, in drei Gruppen eingeteilt. In die erste sind solche Vorgänge eingereiht, bei denen das abzuwerfende Organ aus inneren Gründen im Begriffe steht abzusterben oder bereits tot ist, während es sich bei den ebenfalls aus inneren Gründen erfolgenden Ablösungsvorgängen der dritten Gruppe um lebende und längere Zeit oder dauernd am Leben bleibende Teile handelt, welche neue Organismen darstellen oder zur Bildung von solchen führen. Einige Beispiele für die Ablösung von Organen in vollständig lebendem Zustande, welche aber, da allein nicht lebensfähig, bald zu Grunde gehen müssen, sind in der zweiten Gruppe aufgeführt.

	I. Ablösung toter oder absterbender Organe	
1	Periodischer Blattfall (Herbst- und Treiblaubfall)	Periodischer Haarwechsel der Säugetiere, Zahnwechsel; periodischer Abwurf von Apoplasmen bei Säugetieren (Geweih); Herbstmauser der Vögel
2	Ablösung der Borke	Abwurf von Apoplasmen, um das weitere Wachstum des eingeschlossenen Körpers zu ermöglichen (Häutung bei Crustaceen, bei der Metamorphose der Insekten)
3	Abfall männlicher Blüten nach der Anthese, desgleichen des Perianthiums; weiblicher oder Zwitterblüten, wenn keine Befruchtung eingetreten ist	Frühlingsmauser der Vögel zum Anlegen des Hochzeitskleides[2]; Ablegen der Flügel mancher Insekten nach der Begattung

[1] Dungern, Dr. E. Freiherr v., Die Antikörper etc. (Jena, 1903), p. 72.

[2] Soweit dessen Bildung nicht auf bloßer Pigmentumwandlung beruht.

4	Absprünge verletzter oder aus anderen Ursachen minder lebensfähiger Zweige	Abstoßung verletzter Extremitäten bei Arthropoden
II. Ablösung lebender, allein aber nicht lebensfähiger Organe		
5	Abfall grüner lebender Blätter infolge äußerer Einwirkung[1]	Abbrechen des Eidechsenschwanzes; Autotomie der Krebse und Spinnen[2]
III. Ablösung lebender, nach der Trennung bestimmte Funktionen erfüllender Teile.		
6	Abfall von Blättern zum Zwecke der vegetativen Vermehrung (z. B. *Bryophyllum*); Abfall von Brutknospen	Abfall der Statoblasten vom Funiculus (Süßwasserbryozoen)
7		Ablösung der Ephyra von der Strobila (Scyphomedusen)
8		Querteilung bei Würmern. Scoleciden: Unter den Turbellarien (einige Tricladen und Mikrostomiden). Anneliden: Unter den Chaetopoden [und zwar Polychaeten] (bei Syllideen, wie *Autolytus*)
9	Ablösung der männlichen Blüte von *Vallisneria*	Ablösung der epitoken (die Geschlechtsprodukte enthaltenden) Teile von *Eunice viridis* (Palolowurm); Ablösung des Hectocotylus der Cephalopoden (um die Spermatophoren in die Mantelhöhle eines weiblichen Individuums zu bringen)

[1] Zum Beispiel durch plötzlich eintretenden Frost, vide Wiesner VII, Abschn. 3, oder durch plötzliche Wasseraufnahme nach starker Trockenheit, vide Wiesner II, p. 87 *(Azalea)*.

[2] Bei letzteren stellt ein chitinloser Ring zwischen Coxa und Trochanter die »Trennungszone« dar, vide Friedrich P., Regeneration der Beine und Autotomie bei Spinnen (Archiv für Entwicklungsmechanik, 20. Bd., 1906); der Vorgang der Ablösung ist ähnlich dem bei Krebsen.

Wie die Tabelle zeigt, dienen die Vorgänge der ersten Gruppe der Fortentwicklung (Wachstum) des Organismus oder der Entfernung unbrauchbarer Organe, die der zweiten entstehen infolge äußerer Einwirkungen und sind zum Teil (bei Tieren) Schutzeinrichtungen, die der dritten Gruppe aber dienen der ungeschlechtlichen, zum Teil (9) auch der geschlechtlichen Fortpflanzung.

Weit entfernt, Vollständigkeit anzustreben, soll die Tabelle bloß eine Anzahl von Ablösungsvorgängen vorführen und auf den Parallelismus im Pflanzen- und Tierreich aufmerksam machen.

IX. Zusammenfassung.

1. Nach der vorwiegend die Ablösung von Organen herbeiführenden unmittelbaren Ursache kann man gegenwärtig folgende Mechanismen unterscheiden: I. Rundzellenmechanismus (Mohl); II. Auflösungsmechanismus (Tison); III. Macerationsmechanismus (Wiesner, Kubart); IV. Turgescenzmechanismus (Wiesner); V. Schlauchzellenmechanismus; VI. Hartzellenmechanismus (Bretfeld, Molisch).

2. Rundzellen- und Macerationsmechanismus entstehen beide durch Zusammenwirken von erhöhter Turgescenz und Auflösung der Intercellularsubstanz und unterscheiden sich dadurch voneinander, daß bei ersterem die Auflösungsvorgänge gegenüber der Turgescenz ganz in den Hintergrund treten, während bei letzterem auch die Maceration eine sehr hervorragende Rolle spielt und die isolierten Zellen sehr verschiedene Gestalt haben können.

3. Die Bildung der zum Auflösungs- und der zum Schlauchzellenmechanismus führenden Trennungsschichte wird durch eine Veränderung in der Struktur der Verdickungsschichten eingeleitet; während aber darauf bei ersterem eine Auflösung der Cellulose erfolgt, bis die beteiligten Zellen nur mehr von einer dünnen, dem innersten Anteile der ursprünglichen Wand entsprechenden Membran begrenzt sind, entsteht bei letzterem die Membranverdünnung durch Wachstum der ursprünglichen Zellen und Meristembildung, wodurch die Trennungszellen nicht wie bei ersterem bloß an der freizulegenden Seite,

sondern allseitig von dünnen Membranen umschlossen sind. Sie trennen sich voneinander vorwiegend durch ungleichmäßiges Wachstum, besonders in der Längsrichtung.

4. Der Turgescenzmechanismus führt die Ablösung durch die Verschiebung der dünnwandigen, stark turgescierenden Zellen an den weniger turgescenten oder schrumpfenden Zellen des abzuwerfenden Stückes herbei.[1] Die Trennung an der Grenze zweier Zellschichten von verschiedener Beschaffenheit hat er mit dem Hartzellenmechanismus gemein.

5. Die anatomische Beschaffenheit der Trennungsschichte ist bei derselben Art nicht immer gleich, sondern variiert durch den Einfluß innerer und äußerer Faktoren; auch der Mechanismus der Ablösung kann sich ändern.

An dieser Stelle möchte ich auf einen Widerspruch hinweisen, der sich in der Literatur vorfindet. Während Mohl *Aristolochia Sipho* unter den Pflanzen aufzählt, welche deutlich Meristembildung erkennen lassen, besteht das Trennungsgewebe nach Tison aus einer Schichte von Zellen, welche sich verlängern, ihre Membranen in der Mitte verdünnen und endlich an der dünnsten Stelle zerreißen. Trotz der, wie besonders aus der Einleitung hervorgeht, äußerst sorgfältigen Untersuchung Tison's halte ich einen Irrtum für nicht ganz ausgeschlossen. Bei einem Vergleiche zwischen Tison's Abbildung und einer sich entwickelnden Trennungsschichte des Schlauchzellenmechanismus wird man eine gewisse Ähnlichkeit der Wandverdünnung nicht leugnen können. Bemerken möchte ich, daß ich wochenlang Blattgelenke vergilbter und gebräunter Blätter von *Cinnamomum Reinwardti* schnitt, ohne eine Trennungsschichte zu finden, gelegentlich aber, wenn das Blatt beim Versuche, es zu schneiden, oder während des Schneidens abriß, die Lumina offen sah, also an eine durch Veränderung der Membranbeschaffenheit herbeigeführte Festigkeitsverminderung denken mußte, welche vielleicht auch in der Natur die Blattablösung ermöglicht; die Annahme erwies sich in der Folge als Irrtum. Damit will ich aber nicht behaupten, daß dieser Zerreißungsmechanismus tatsächlich nicht vorkommt. Es wäre ja nach den im IV. Abschnitte niedergelegten Erfahrungen auch möglich, daß irgend ein äußerer Faktor (ein innerer ist, da beide Untersuchungen im Herbste vorgenommen wurden, wohl nicht anzunehmen) für die Verschiedenheit der Beobachtungen verantwortlich zu machen sei, vielleicht die Verschiedenheit des Klimas. Zur Untersuchung, auf welche Weise klimatische Einflüsse die Trennungsschichte beeinflussen, dürften solche Pflanzen sehr geeignet sein, welche,

[1] Bei zwei Versuchen wurde eine bedeutende Hyperplasie der Trennungsschichte mit Volumzunahme auch in querer Richtung beobachtet, welche zur Ablösung von den weniger turgescierenden nicht hyperplastischen Gewebsteilen des Blattes beitrug.

wie *Ligustrum vulgare*,[1] sommergrün oder immergrün[2] sein können, ferner immergrüne Laubhölzer, die einer Gattung angehören, in welcher es auch sommergrüne gibt, wie *Ligustrum Kellerianum* im Vergleiche zu *L. vulgare*, *Berberis illicifolium* zu *B. vulgaris*, *Prunus Laurocerasus* zu den sommergrünen *Prunus*-Arten; von Interesse wäre die Untersuchung gleicher Arten unter verschiedenen geographischen Breiten.

6. Die Mechanismen sind nicht scharf voneinander geschieden, sondern durch Übergänge verbunden.

Außerdem enthält die Arbeit spezielle Angaben über eine abnorme Lage der Trennungsschichte *(Cinnamomum Reinwardti)*, über die Ablösung von Achsengebilden, über Polaritätserscheinungen und einige physiologische Beobachtungen, ferner eine auch das Tierreich berücksichtigende vergleichende Zusammenstellung verschiedener Organablösungsvorgänge.

Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich der Güte meines sehr verehrten Lehrers, Herrn Professors Hofrat Dr. J. Wiesner, wofür ich ihm meinen innigsten Dank ausspreche. Meine Aufgabe war ursprünglich bloß die, nachzuprüfen, ob es richtig sei, daß, wie behauptet wurde, *Cinnamomum Reinwardti* seine Blätter nicht durch einen organischen Vorgang abwerfe, sondern daß die von Natur aus wenig festen Blattstiele zur Zeit des Abfalles noch brüchiger werden und durch äußere Kräfte an einer beliebigen Stelle des Blattstieles mit Zerreißung der Zellwände abbrechen. Die Auffindung der Schlauchzellen und die erst monatelang später geglückte Verfolgung der Ausbildung der Trennungsschichte gaben den Anstoß zu weiteren Studien auf diesem Gebiete.

Ferner danke ich bestens Herrn Privatdozenten Dr. Karl Linsbauer für das Interesse, das er meinen Untersuchungen entgegenbrachte und für die Unterstützung, die er meiner Arbeit angedeihen ließ.

---

[1] Wiesner, Biolog. Bed. d. Laubf., Abschn. 11.

[2] Auch der Kirschbaum auf Ceylon und die Buche auf Madeira sind immergrün (Wiesner, Biologie, 1902, p. 82).

X. Anhang.

Auszug aus dem Versuchsprotokoll.

Die Versuche wurden, wo nichts anderes bemerkt ist, an abgeschnittenen, mit der Schnittfläche in Wasser stehenden Sprossen ausgeführt, und zwar im Experimentierraume des pflanzenphysiologischen Institutes, welcher wie ein Wohnzimmer eine Atmosphäre von sehr geringem Feuchtigkeitsgehalte hat (daher im Text als »trockene Zimmerluft« bezeichnet) und im Sommer überdies von der Sonne sehr stark erwärmt wird. Die folgenden Angaben sollen unter anderem dem Zwecke dienen, bei etwaiger Nachprüfung der Versuche Abweichungen infolge einer anderen Vegetationsperiode der verwendeten Pflanzen (also bei Anstellung eines Versuches zu anderer Jahreszeit) als solche erkennen zu lassen und aus der Nichtbeachtung dieses Umstandes folgende Irrtümer zu vermeiden.

Abkürzungen: A[bsolut] f[euchter] R[aum], *Ev*[*onymus jap*[*onica*], W[ärme-] S[chrank].

Serie	Versuch	
I	17	*Ev. jap.* AfR, Kalthaus, im Dunkeln. 11. Mai bis 11. Juni 1906. Mikr. Befund: Die frischen Blattfallwunden sind mit nicht aus dem Verbande gehenden, wenig vergrößerten, zum Teil etwas in die Länge gestreckten Zellen bedeckt[1] (Auflösungsmechanismus?).
I	19	*Cinnamomum Sieboldi.* AfR, Kalthaus. Versuchsbeginn 20. Juni 1906.
I	20	*Ev. jap.* Untersuchung des Einflusses möglichst trockener Luft. 20. bis 26. Juni 1906. Die abgeschnittenen Sprosse standen mit der Schnittfläche in einem Glas mit Wasser, dessen Oberfläche zur Hintanhaltung der Verdunstung mit einer dünnen Ölschichte bedeckt war; das Glas stand in einer großen, mit $CaCl_2$ gefüllten Krystallisierschale, das ganze auf einer mattierten Glasplatte, auf welche eine abgeschliffene, am Rande eingefettete Glasglocke luftdicht aufgesetzt war. Der Luftraum blieb stets trocken, da das Transpirationswasser durch das $CaCl_2$ absorbiert wurde. Ein Blatt fiel spontan; die übrigen vertrockneten, wobei sich der schrumpfende Stiel auf seiner Ansatzfläche so sehr zusammenzog, daß ein Teil derselben als Wundfläche bloßgelegt wurde,

[1] Vergl. IV, 7.

Serie Versuch

die Trennungszellen gingen durch Maceration aus dem Verbande (über ihre Gestalt vide p. 1000).

I 21 *Ev. Schottii.* 20. bis 26. Juni 1906. Verhalten im möglichst trockenen[1] und im AfR.

I 22 *Laurus nobilis,* möglichst trock. R.[1] Versuchsbeginn 20. Juni 1906.

I 23 *Aucuba japonica.* 20. Juni bis 2. Juli 1906, möglichst trock. R.[1]

I 24 *Citrus Aurantium.* Versuch im AfR und möglichst trock. R. Versuchsbeginn: 22. Juni 1906.

25. Juni. Trock. R. vollständig vertrocknet.

26. Juni, AfR: Ein Blatt spontan am oberen Gelenk, andere auf Berührung teils am oberen, teils am unteren abgefallen. Mikr. Befund vide p. 1003.

28. Juni. Zwei Blätter am oberen Gelenk spontan abgefallen; die Gefäßbündel scheinen größtenteils, vielleicht vollständig, ohne Zerreißungen aus dem Verbande gegangen zu sein.

Der Versuch wird abgebrochen.

II 3 *Ev. jap.* AfR, Kalthaus, im Licht.

Vom 25. Oktober 1906 bis 1. März 1907 keine Veränderung (außer der im Jänner erfolgenden Bewurzelung); das Treiben begann Ende Jänner, der am

1. März eingetretene spontane Abfall zweier Blätter ist vielleicht eine Folge des Treibens; am

12. März Abfall von vier weiteren Blättern.

Der Versuch wird abgebrochen.

II 4 *Ev. jap.* AfR, Kalthaus, im Dunkeln.

Vom 25. Oktober 1906 bis 24. Jänner 1907 keine Veränderung; am letztgenannten Tage bricht das unterste, am Grunde gelblich gefärbte Blatt auf Berührung ab. (Drei Wurzelanlagen, welche später wieder zu Grunde gehen.)

28. Jänner. Spontaner Abfall eines mit dem Stiel noch im Wasser stehenden vergilbten Blattes.

15. Februar. Abfall von vier Blättern.

1. März. » » zwei »

12. März. » » » »

Der Versuch wird abgebrochen. (Es ist nicht zum Treiben gekommen.)

---

[1] Versuchsanordnung wie bei I, 20.

Serie Versuch

II 7 *Ev. jap.* Warmhaus, einfach aufgestellt (auf dem Sande). Versuchsbeginn 25. Oktober 1906.

31. Oktober. Ein Blatt spontan, zwei durch Erschütterung abgefallen.

2. November. Der Laubfall schreitet akropetal weiter.

6. November. Sprosse vollständig entblättert mit Ausnahme je eines Büschels an der Spitze.

II 8 *Ev. jap.* WS 40° C. Luft feucht.[1] 5. bis 10. November 1906.

7. November. Die Terminalknospe des Hauptsprosses ist mächtig angeschwollen, die der Seitensprosse weniger, aber noch immer auf das Doppelte der Axillarknospen.

8. November. Das Knospenwachstum ist wieder eingestellt.

9. November. Die Knospen bräunen sich; die Oberfläche der Blätter ist mit zahlreichen, lichter gefärbten Vertiefungen bedeckt.

10. November. Die Blätter sind vertrocknet.

III 2 *Ev. jap.* WS 40° C. Luft trocken.[2] 16. bis 21. November 1906.

III 6 *a) Ev. jap.*
b) Buxus sempervirens } in CO_2-freier[3] Luft.

17. November 1906. Versuchsanfang.

25. November. *a)* Beginn des Laubfalles.

4. Dezember. *b)* An zahlreichen Blättern hat sich die schon seit einiger Zeit bemerkbare Ringfurche zu einer tiefen, alle Gewebe durchsetzenden Spalte erweitert, so daß die Blätter bloß an einem kleinen Stück der unteren Epidermis noch haften. Auch von den übrigen Blättern fallen viele durch Berühren oder Schütteln ab.

III 7 *Cinnamomum Reinwardti* in CO_2-freier[3] Luft. Versuchsbeginn 7. Dezember 1906.

Ein Teil der Blätter war braun. In der dritten Woche lösten sich die grünen Blätter, auch die, nach ihrer Größe zu schließen, schon erwachsenen,[4] spontan ab, die braunen aber saßen noch in der nächsten Woche vollständig fest.

---

[1] Boden des WS unter Wasser.

[2] Das Wasser, in dem die Sprosse standen, mit einer Ölschichte bedeckt.

[3] Absorption der CO_2 durch konz. KOH.

[4] Ob in den Blattgelenken noch meristematisches Gewebe war, konnte nicht untersucht werden.

Serie Versuch

IV 7 *Ev. jap.*

21. November 1906. Versuchsbeginn, trock. Zimmerluft.
24. November. Übertragung ins Kalthaus.
5. Dezember. Laubfall.

Mikr. Befund wie bei I, 17.

VIII 1 *Ev. jap.*

17. Jänner 1907. Versuchsbeginn.
20. Jänner. Das Wasser im Gefäße trocknet aus.
21. Jänner. Frische Füllung mit Wasser.
22. Jänner. Reichlicher Laubfall: 38 Blätter spontan abgefallen, drei haften zwar noch, haben aber an der Trennungszone bereits die Epidermis gesprengt.

Mikr. Befund: Es fanden sich keine isolierten Zellen (Turgescenzmechanismus).

VIII 2 *Ev. jap.* in CO_2-freier Luft; ein Teil der Blätter war der Spreite beraubt.

17. Jänner 1907. Versuchsbeginn.
21. Jänner. Spontanablösung der spreitenlosen Blattstiele.
25. Jänner. Ein Blatt fällt ab, es bleiben noch 15.
28. Jänner. Blattfall.
1. Februar. Neun Blätter bereits abgefallen, die übrigen sieben haben in der Trennungszone bereits eine klaffende Spalte.

Die Blattfallwunden sind, außer mit festhaftenden Schlauchzellen, auch mit macerierten Zellen von runder, schlauchförmiger oder sehr unregelmäßiger Gestalt[1] bedeckt.

VIII 5 *Ev. jap.* WS 30°. Luft feucht. *a* einfach aufgehängt, *b* und *c* mit der Schnittfläche in Wasser stehend.

a	*b*	*c*	
17. Jänner 1907	17. Jänner	21. Jänner	Versuchsbeginn
21. Jänner	21. Jänner	25. Jänner	Spontanabfall sämtlicher Blätter

VIII 7 *Cinnamomum Reinwardti* im CO_2-armen Raume. 22. Jänner bis 1. März 1907.

Während der mehr als fünfwöchentlichen Versuchsdauer wurde die konz. KOH in der Krystallisierschale nur einmal durch frische ersetzt, während die Glasglocke wiederholt

[1] Genaueres über die bei verschiedenen Macerationsvorgängen auftretenden Zellformen hoffe ich in einer späteren Arbeit berichten zu können.

Serie	Versuch	
		abgehoben werden mußte, um, wegen drohender Verpilzung, das Wasser zu wechseln und die Schnittflächen aufzufrischen. Annähernd CO_2-frei kann der Raum also nur während einer sehr geringen Zeit gewesen sein.[1]
VIII	8	*Stiftia chrysantha.* WS 30°. Luft feucht. 22. bis 25. Jänner 1907.
VIII	12	*Eugenia Ugni.* » 30° » » 23. bis 29. Jänner 1907.
VIII	16	*Nerium Oleander.* » 30° » » 31. Jänner 1907. Versuchsbeginn. 8. Februar. Zwei Blätter durch Berührung abgefallen. 9. Februar. Die übrigen Blätter spontan abgefallen.
IX	1	*Nerium Oleander.* WS 30°. Luft feucht. 13. bis 22. Februar 1907.
IX	2	*Taxus baccata.* WS 30° (Luft feucht bis 22. Februar). 18. Februar 1907. Versuchsbeginn. 22. Februar. Einzelne Nadeln fallen bei Berührung ab. Der Raum wird trocken. Bis zum 1. März erfolgt ein spärlicher Spontanblattfall, während durch Berührung zahlreiche Nadeln ablösbar sind.

Literatur.

Bretfeld, v.: Über Vernarbung und Blattfall (Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., XII. Bd., 1879—1881, p. 133—160).

Furlani, J.: Über den Einfluß der Kohlensäure auf den Laubfall (Öst. bot. Zeitschr., LVI. Jahrg., 1906, Nr. 10, p. 400).

Höhnel, F. v.: I. Über den Ablösungsvorgang der Zweige einiger Holzgewächse und seine anatomischen Ursachen (Mitteilungen d. forstl. Versuchswesens für Österreich, I. Bd., Heft 3).

— II. Weitere Untersuchungen über den Ablösungsvorgang von verholzten Zweigen (Mitt. aus d. forstl. Versuchswesen Österreichs, II. Bd., Heft II, Wien 1879).

[1] Ich glaube das besonders bemerken zu müssen, weil die Versuchsdauer beinahe ebenso lang war wie unter sonst gleichen Umständen bei Anwesenheit der CO_2 (Beginn der Entblätterung in der sechsten Woche); in der bei *Cinnamomum Reinwardti* sonst niemals beobachteten Maceration der Trennungszellen aber ist ohne Zweifel die Folge einer durch den CO_2-Mangel hervorgerufenen Veränderung zu erkennen.

Kubart, B.: Die organische Ablösung der Corollen nebst Bemerkungen über die Mohl'sche Trennungsschichte (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXV, Abt. I, 1906).

Küster, E.: Pathologische Pflanzenanatomie, Jena 1903.

Mohl, H. v.: I. Über die anatomischen Veränderungen des Blattgelenkes, welche das Abfallen der Blätter herbeiführen (Bot. Zeitung, XVIII. Jahrg., 1860, p. 1—7 und 9—17.

— II. Über den Ablösungsprozeß saftiger Pflanzenorgane (Bot. Zeitung, XVIII. Jahrg., 1860, p. 273—277).

Molisch, H.: Untersuchungen über den Laubfall (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. XCIII, 1886).

Tison, A.: Recherches sur la Chute des Feuilles chez les Dicotylédones (Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie, Vol. XX, Caen 1900).

Van Tieghem: Traité de Botanique, p. 850 f. Paris 1884.

— Ph. et Guignard, L.: Observations sur le mécanisme de la chute des feuilles (Bull. Soc. bot. France, T. XXIX, p. 312—317) (Referat von Molisch: Bot. Zentralblatt, XVII. Bd., 1884, p. 72).

Wiesner, J.: I. Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. LXIV, 1871).

— II. Biologie der Pflanzen, Wien 1902.

— III. Über Laubfall infolge Sinkens des absoluten Lichtgenusses (Sommerlaubfall) (Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXII, 1904, 1. Heft, p. 64—72).

— IV. Über den Treiblaubfall und über die Ombrophilie immergrüner Holzgewächse (ebenda, Heft 6, p. 316—323).

— V. Über den Hitzelaubfall (ebenda, Heft 8, p. 502—505).

— VI. Über Frostlaubfall nebst Bemerkungen über die Mechanik der Blattablösung (ebenda, Bd. XXIII, 1905, Heft 1, p. 49—60).

— VII. Die biologische Bedeutung des Laubfalles (ebenda, Heft 4, p. 172—181).

Tafelerklärung.

Fig. *A*. Aufbruch nach Vertrocknung der jüngsten Internodien (*tv*), nach $2^1/_2$-wöchentlichem Aufenthalt in trockener Zimmerluft; das im Parenchym bei *t* schon abgetrennte Stück *tv* brach bei der Vorbereitung zum Photographieren vollends ab.

Fig. *B*. Derselbe Sproß, nach Abfall von *tv* im absolut feuchten Raum aufgestellt, zehn Tage später; die obersten Axillarknospen (*kk'*) haben sich abgelöst, infolgedessen Aufbruch bei *a* (*a'* hervorquellende Zellenmassen).

Fig. *C*. Es herrschten dieselben Verhältnisse wie bei *A*; der Aufbruch bildete sich bei *b*, ohne Abwurf des Stückes *bs*; der Sproß kam aber erst dann in den feuchten Raum, als sich infolge der fortschreitenden Zerstörung der Axillarknospen *n* eine Anschwellung bei *c* gebildet hatte; daher ist die Form des Aufbruches (*c*) von der im trockenen Raum entstandenen (Fig. *A*, *t*; Fig. *C*, *b*) verschieden.

Fig. *D*. Im absolut feuchten Raum entstandener Aufbruch (Lappenbildung durch radiäre Rindenrisse).

Fig. *E*. } Fig. *F*. } Abnorme Formen des Aufbruches in trockener Zimmerluft; in Fig. *F* zirkuläre Anschwellung unmittelbar unterhalb der Schnittfläche, in Fig. *E* an normaler Stelle zwischen den Axillarknospen, wobei aber gleichzeitig die Rinde in Gestalt seichter, breiter, nach aufwärts verlaufender Furchen aufgerissen ist (Rindenwucherungen, Küster); der in Fig. *E* dargestellte Sproß hatte in der Höhe der Anschwellung eine das Mark durchsetzende Trennungsschichte ausgebildet.

Fig. *G*. Bei der Dekapitation wurde das obere Ende des Sprosses halbiert, die eine Hälfte samt der Axillarknospe entfernt (*d'*)[1] und der Sproß in trockener Zimmerluft stehen gelassen. Nach organischer Ablösung der zweiten Axillarknospe (*d*) in den absolut feuchten Raum gebracht, bildete sich bei *e* ein typischer Aufbruch (gleich dem in Fig. *D* dargestellten), dem nach Ausbildung der Trennungsschichten an den Knospen bei *e* ein zweiter Aufbruch bei *f* folgte.[2]

---

[1] Dieser Versuch hätte einen neuen Einblick gewähren sollen in das Verhältnis zwischen Axillarknospenverlust und Aufbruchsbildung. Er führte zu keinem Ergebnis, da die Knospe *d* sich früher ablöste, als bei *e* eine Reaktion bemerkbar wurde. Doch bildete sich in der Nähe der Wundfläche eine Anschwellung, und zwar bloß einseitig (bei d_1).

[2] Seine etwas abweichende Gestalt ist vielleicht die Folge seiner Lage an der Grenze zweier Jahrestriebe.

Fig. A

Fig. F

Fig. D

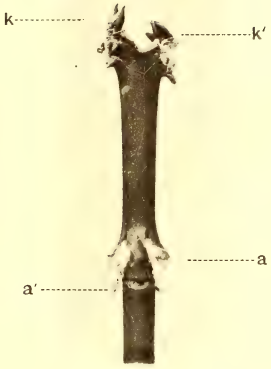


Fig. B

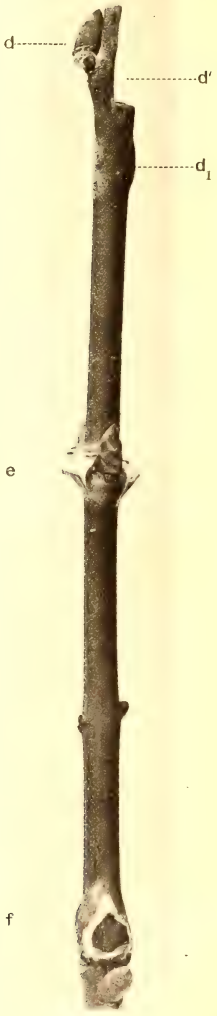


Fig. G

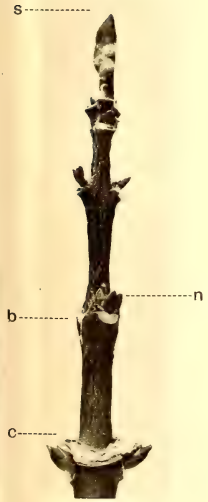


Fig. C

Fig. E

Autor phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Bericht über die mit Subvention der kaiserl. Akademie der Wissenschaften unternommene entomologische Studienreise nach Spanien und Marokko

von

Dr. **L. Melichar** in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juni 1907.)

Im Frühjahre des Jahres 1906 unternahm ich mit Unterstützung der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, wofür ich an dieser Stelle meinen ergebensten Dank ausspreche, eine entomologische Reise nach Spanien und Marokko, um die noch wenig bekannte Homopterenfauna insbesondere Spaniens zu erforschen. Auch das k. u. k. Ministerium des Äußern hat durch amtliche Empfehlungen an die auswärtigen österreichisch-ungarischen Vertretungen meine Bestrebungen kräftigst unterstützt, wofür ich hier dem k. u. k. Ministerium des Äußern meinen ergebensten Dank zum Ausdruck bringe.

Das Ergebnis dieser Reise war nicht in vollem Maße befriedigend. Infolge der ungünstigen Witterungsverhältnisse in den Monaten April und Mai ist die Entwicklung der Homopteren stark zurückgeblieben, so daß viele Cicadinen, die sonst zu dieser Zeit im Süden entwickelt sind, noch im Larvenzustande anzutreffen waren. Am 4. Mai trat eine für Spanien empfindliche Kälte und ein Schneefall ein, so daß die Berge der Sierra Quadarrama in Escorial tief ins Tal mit Schnee bedeckt waren. Aber auch in Andalusien war das Wetter für das Sammeln nicht sehr günstig, da trotz der vorgeschrittenen Entwicklung der üppigen Vegetation Südspaniens ein im allgemeinen kühles Wetter mit häufigen Niederschlägen herrschte.

Meine Forschung erstreckte sich zunächst auf das Sammeln von Homopteren. Da jedoch diese Insekten nicht so zahlreich zu finden waren, wie ich vermutete, habe ich mein Augenmerk auch anderen Insektenordnungen, so den Hemipteren, Coleopteren, Dipteren und Hymenopteren zugewendet; für Orthopteren war noch nicht der geeignete Zeitpunkt da. In Kürze sei hier die Reiseroute, die ich verfolgte, dargestellt.

Am 3. April verließ ich Wien und erreichte in einer Tour Genua, wo ich einen Tag rastete, jedoch wegen der herrschenden grimmigen Kälte und des Schneeregens nicht sammeln konnte. Von Genua ging die Reise nach Marseille, wo ich den aus Australien-Sidney angekommenen großen englischen Dampfer »Mongolia« bestieg, um nach Gibraltar zu gelangen. Gibraltar war die erste Station, in welcher ich meine entomologische Tätigkeit begann. Auf den südwestlichen Abhängen des Berges, welcher den malerisch gelegenen Ort gegen Norden schützt, insbesondere in den an die Stadt grenzenden prächtigen Anlagen der Allameda sammelte ich zahlreiche kleine Cicadinen, Hemipteren und Coleopteren.

Von Gibraltar fuhr ich mit einem kleinen Lokaldampfer nach Tanger, wo ich nur in der nächsten Umgebung sammeln konnte, da das Eindringen in das innere Gebiet Marokkos derzeit sehr gefährlich war. Am 17. April bestieg ich den Dampfer »Joaquin Piélago«, um nach Cadiz zu gelangen. Von Cadiz führte die Reise nach Sevilla. Da jedoch in Sevilla zu dieser Zeit das große Volksfest, Feria genannt, abgehalten wurde und in der Stadt ein großer Zufluß von Einheimischen und Fremden stattfindet, wodurch ein großer Mangel an Unterkunft herrscht, entschloß ich mich, in der kleinen Station Utrera auszusteigen und dort zu sammeln, da gerade diese durch die üppige Vegetation ausgezeichnete Gegend zum Sammeln besonders geeignet und verlockend erschien. Auf den prächtigen, blumenreichen Wiesen und Rainen fand ich viele Homopteren, Hemipteren, Coleopteren und Dipteren.

Von Sevilla fuhr ich nach Granada. In Granada herrschte ein ziemlich kühles Wetter. Mit Bewilligung des Direktors der berühmten Alhambra sammelte ich täglich an den wild-

bewachsenen Abhängen der Alhambra. Auch die weitere Umgebung bot gute Fangplätze; leider war das kühle Wetter anhaltend. Das ungünstige Wetter verjagte mich aus dieser Gegend nach Cordoba, wo ich einen längeren Aufenthalt nahm. Auf den Abhängen der Sierra Morena und auf den sandigen, mit Tamarix bewachsenen Ufern des Quadalquivir fand ich eine reiche Ausbeute. Am 3. Mai verließ ich Andalusien und erreichte die Hauptstadt Madrid. Die nach Escorial in die Sierra Quadarrama und nach Toledo unternommenen Ausflüge waren sehr lohnend. Der letzte Ort, in welchem die Sammeltätigkeit auf spanischem Gebiete ihren Abschluß fand, war nach einem kurzen Aufenthalte in Valencia Barcelona, insbesondere der Berg Montserrat, welcher in entomologischer Beziehung sehr bemerkenswert ist. Aber auch dieser Ausflug war durch ein heftiges Gewitter verdorben. Nach siebenwöchentlichem Aufenthalte in Spanien kehrte ich nach Wien zurück.

Im Nachstehenden folgt ein Verzeichnis der gesammelten Hemipteren und Homopteren, erstere von Herrn Direktor Dr. Geza Horváth in Budapest determiniert.

Hemiptera.

Fam. **Pentadomidae.**

1. *Thyreocoris scarabaeoides* L., Madrid, Escorial auf sandigen Plätzen häufig.
2. *Odontoscelis dorsalis* Fabr., Madrid, Escorial, auf sandigen Stellen, seltener als die vorige Art.
3. *Odontotarsus rugicollis* Jak., Madrid, Escorial, auf niederen Pflanzen häufig.
4. *Eurygaster nigrocucullata* Goeze var. *hottentota* HS., Madrid, Escorial, auf trockenen Stellen unter Baumwurzeln.
5. *Eurygaster nigrocucullata* var. *picta* Antess., Madrid, Escorial.
6. *Trigonosoma rusticum* Fabr., Madrid, Escorial, Cordoba, auf Doldenblüten.
7. *Graphosoma semipunctatum* F., Madrid, Escorial, Cordoba, Utrera, häufig.
8. *Podops dilalata* Put., Valencia, gestreift.

9. *Cephaloetes scarabaeoides* Fabr., Tanger, im Sande.
10. *Cydnus flavicornis* Fabr., Madrid, Escorial, unter Steinen.
11. *Macroscytus brunneus* Fabr., Madrid, Escorial.
12. *Geotomus punctulatus* Costa, Madrid, Escorial, auf verschiedenen Pflanzen, Tanger.
13. *Geotomus elongatus* HS., Madrid, Escorial, unter Steinen.
14. *Brachypelta aterrima* Forst., Cordoba, Montserrat.
15. *Sehirus vabius* Scop var. *melanopterus* HS., Madrid, Escorial, auf Wegen nicht selten.
16. *Sehirus fascipennis* Horv., Madrid, Escorial.
17. *Crocistethus Waltlii* Fieb., Cordoba, Tanger, auf trockenen sonnigen Stellen im Sande.
18. *Ochetostethus nanus* HS., Madrid, Escorial, Cordoba, Valencia, Tanger, im Sande nicht selten.
19. *Sciocoris homalonotus* Fieb., Madrid, Escorial, Utrera.
20. » *Helferi* Fieb., Madrid, Escorial, selten.
21. » *maculatus* Fieb., Granada, Valencia.
22. *Aelia acuminata* L., Tanger.
23. » *cognata* Fieb., Madrid, Escorial, Gibraltar, auf Wiesen.
24. *Stagonomus bipunctatus* L., Cordoba, Escorial, häufig auf Doldenblumen.
25. *Eusarcoris inconspicuus* HS., Madrid, Escorial, häufig.
26. *Staria lunata* Hahn, Madrid, Escorial, häufig.
27. *Peribalus strictus* Fabr., Madrid, Escorial.
28. *Carpocoris purpuripennis* Dey., Madrid, Escorial, Cordoba, Valencia, auf Umbeliferen häufig.
29. *Nezara viridula* var. *smaragdula* Fabr., Madrid, Escorial, auf Bäumen.
30. *Piezodorus lituratus* Fabr., Madrid, Escorial, von Pappeln geklopft.
31. *Eurydema festivum* L. var. *pictum* HS., Madrid, Escorial, auf Doldenblumen und anderen Pflanzen sehr häufig.
32. *Eurydema festivum* var. *decoratum* HS., Madrid, Escorial, Gibraltar, Cordoba, Valencia, überall häufig.

Fam. **Coreidae.**

33. *Phyllomorpha laciniata* Vill., Madrid, Escorial, auf Pflanzen, sehr selten.

34. *Centrocoris variegatus* Kol., Madrid, Escorial, Cordoba, Utrera, auf blühenden Pflanzen nicht selten.
35. *Centrocoris spiniger* Fabr., Escorial, Cordoba, häufig.
36. *Enoplops cornuta* HS., Madrid, Escorial, häufig.
37. *Syromastes marginatus* L., Madrid, Escorial, Cordoba, Utrera, Valencia, überall auf blühenden Pflanzen häufig.
38. *Verlusia quadrata* F., Madrid, Escorial, Tanger.
39. » *sulcicornis* F., Madrid, Escorial, Tanger.
40. *Ceraleptus gracilicornis* HS., Madrid, Escorial, auf Gesträuchern.
41. *Ceraleptus obtusus* Brull, Madrid, Escorial, auf Wiesen.
42. *Strobilotoma typhaecornis* Fabr., Cordoba, Granada, Escorial, häufig.
43. *Alydus calcaratus* Lien, Cordoba, auf Wiesen und Rainen, nicht selten.
44. *Coriomeris hirticornis* Fabr., Cordoba, Utrera, Granada, häufig.
45. *Coriomeris affinis* HS., Madrid, Escorial, Cordoba, auf Pflanzen sehr häufig.
46. *Corizus crassicornis* L. und var. *abutilon* Rossi, Madrid, Escorial, Cordoba, Utrera, Sevilla, überall auf blühenden Pflanzen sehr häufig.
47. *Corizus hyalinus* Fabr., Madrid, Escorial.
48. » *subrufus* Gmel., Madrid, Escorial.
49. *Maceevethus lineola* Fabr., Cordoba, nicht selten.

Fam. **Lygaeidae.**

50. *Lygaeus equestris* L., Cordoba, Escorial.
51. » *familiaris* F., Cordoba, Escorial.
52. » *saxatilis* Scop., Utrera, Cordoba.
53. » *albomaculatus* Goeze, Escorial.
54. » *superbus* Polich, Escorial.
55. *Lygaeosoma reticulatum* HS., Madrid, Escorial, häufig.
56. *Nysius senecionis* Schill, Madrid, Escorial.
57. *Geocoris erythrocephalus* Lep. var. *marginellus* Horv., Madrid, Escorial.
58. *Geocoris megacephalus* Rossi var. *siculus* Fieb., Madrid, Escorial.

59. *Geocoris lineola* Ramb., Granada, selten.
60. *Artheneis foveolata* Spin., Cordoba.
61. *Heterogaster Artemisiae* Schill., Madrid, Escorial.
62. » *Urticae* Fabr., Tanger.
63. *Macroplax fasciata* HS., Cordoba, Utrera, Granada, auf blühenden Pflanzen sehr gemein.
64. *Oxycarenus collaris* MR., Granada, auf Blüten.
65. *Rhyparochromus praetextus* HS., Cordoba.
66. » *chiragra* Fabr., Madrid, Escorial, sehr häufig.
67. *Piezoscelis staphylinus* Ramb., Toledo, unter Steinen.
68. *Ischnocoris punctulatus* Fieb., Tanger, auf Blüten.
69. *Plinthisus longicollis* Fieb., Madrid, Escorial, Toledo.
70. *Stygnocoris faustus* Horv., Madrid, Escorial.
71. *Peritrechus geniculatus* Hahn, Madrid, Escorial, unter Steinen.
72. *Peritrechus gracilicornis* Put., Madrid, Escorial, unter Steinen.
73. *Peritrechus sylvestris* Fabr., Madrid, Escorial, unter Steinen.
74. *Hyalochilus ovatulus* Costa, Madrid, Escorial.
75. *Trapezonotus arenarius* L., Madrid, Escorial.
76. *Aphanus quadratus* Fabr., Madrid, Escorial, unter Steinen.
77. » *alboacuminatus* Goeze, Valencia, Escorial.
78. » *Pini* L., Madrid, Escorial, auf Nadelholz und unter Laub sehr häufig.
79. *Beosus maritimus* Scop., Tanger.
80. *Dieuches armipes* Fabr., Tanger, unter Steinen.
81. *Emblethis angustus* Montand, Madrid, Escorial, unter Steinen.
82. *Gonianotus galactodermus* Fieb., Madrid, Escorial.
83. *Notochilus hamulatus* Thoms., Escorial, unter Steinen und Wurzeln häufig.

Fam. **Tingidae.**

84. *Piesma maculata* Lap., Tanger, Gibraltar, Cordoba, auf Blüten häufig.
85. *Dictyonota fuliginosa* Costa, Madrid, Escorial, auf Wiesen.

86. *Hyalochiton colpochilus* Horv. var. *consimilis* Horv., Granada, auf Wiesen, selten.
87. *Tingis Cardui* L., Madrid, Escorial, auf *Carduus* häufig.
88. » *auriculata* Costa, Granada.
89. » *Kiesenwetteri* MR., Cordoba, auf Wiesen.
90. » *geniculata* Fieb., Cordoba, Valencia, häufig.
91. *Copium Teucrii* Host., Cordoba.
92. *Monauthia nassata* Put., Cordoba, häufig auf Blüten.
93. *Monosteira unicostata* MR., Tanger, Granada, Utrera, auf Wiesen sehr häufig.
94. *Sereuthia laeta* Fall., auf Blüten und Wiesen in ganz Südspanien häufig.

Fam. **Gerridae.**

95. *Velia rivulorum* F., Madrid, Escorial.

Fam. **Reduvidae.**

96. *Pyrates hybridus* Scop. var. *stridulus* Fabr., auf Nadelholz in Escorial sehr häufig.
97. *Harpactor iracundus* Poda, Madrid, Escorial, sehr häufig.
98. » *erythropus* L., Escorial, seltener.
99. *Coranus aegyptius* Fabr., Madrid, Escorial.
100. » *tuberculifer* Reut., Madrid, Escorial.
101. *Prostemma albimacula* Stein, Escorial, auf Nadelholz sehr häufig.
102. *Nabis lativentris* Boh., Escorial, gemein.
103. » *viridis* Brull., Cordoba, auf *Tamarix* nicht selten.

Fam. **Saldidae.**

104. *Salda Cooksii* Costa, Utrera, am Flußufer.

Fam. **Cimicidae.**

105. *Cardiastethus fasciiventris* Garb., Tanger.

Fam. **Capsidae.**

106. *Lopus cingulatus* Fabr., Cordoba, Utrera, Escorial, auf blühenden Wiesen sehr gemein.
107. *Grypocoris Noualhieri* Reut., Madrid, Escorial.

108. *Phytocoris Populi* L., Escorial.
109. *Calocoris sexpunctatus* Fabr.
110. » » var. *nemoralis* Fabr. und var. *naukineus* Duf., Cordoba, Utrera, auf blühenden Wiesen häufig.
111. *Camptobrachis lutescens* Schill, Escorial.
112. *Dimorphocoris gracilis* Ramb., ♂ und ♀, Utrera, selten.
113. *Pachytomella frontosa* Horv., Utrera.
114. *Strongylocoris cicadifrons* Costa, Cordoba, selten.
115. *Dicyphus hyalinipennis* Burm., Granada, nicht selten.
116. *Conostethus venustus* Fieb., Cordoba, auf blühenden Wiesen überall sehr häufig.
117. *Pachyxyphus lineellus* MR., Cordoba, auf Wiesen und Rainen nicht selten.
118. *Macrotylus nigricornis* Fieb., Utrera.
119. *Plagiognathus flavipes* Reut., Tanger.

Fam. **Notonectidae.**

120. *Plea minutissima* Fabr., Madrid, Escorial, Tanger, in Wassergräben.

Homoptera.

Jassidae.

Typhlocybini.

1. *Chlorita flavescens* F., Gibraltar, in Andalusien auf Grasplätzen, überall häufig zu finden.
2. *Eupteryx Melissae* Curt., Cordoba, Utrera, Granada, auf feuchten Stellen der Abhänge von Alhambra.
3. *Eupteryx distinguenda* Kbm., Granada, Alhambra.

†4. **Zygina maroccana** n. sp.

Körper lang gestreckt, schmal. Scheitel halb so lang wie zwischen den Augen breit, in der Mitte länger als an den Seiten, vorn gerundet, blaßgelb, mit zwei schwarzen Punkten auf dem Scheitel, welche von länglicher Gestalt, hinten einander stark genähert sind und nach vorn zu divergieren scheinen. Im Nacken eine kurze feine Mittellinie. Stirne

länglich, doppelt so lang wie zwischen den Augen breit, nach unten verschmälert, die Stirnfläche schwach gewölbt, blaßgelb ohne Zeichnung. Clypeus länglich, dreieckig und wie das Rostrum blaßgelblich gefärbt. Fühler blaßgelblich, die Fühlerborste lang, bis zu den Schultern reichend. Pronotum $1^1/_2$mal so lang wie der Scheitel, vorn halbkreisförmig gebogen, hinten fast gerade, bräunlichgelb, der äußerste Vorderrand und der Hinterrand blaßgelblich gesäumt. Schildchen um ein Drittel kürzer als das Pronotum, dreieckig, in der Mitte mit einer vertieften kurzen Querlinie, in den Basalwinkeln jederseits ein großes schwarzes Dreieck. Deckflügel länglich schmal, glashell, durchsichtig, mit feinen weißen zarten Nerven, im Apikalteile drei Endzellen, von welchen die mittlere die schmälste, länglich und überall gleich breit ist. Im Clavus ein brauner Längstrich, welcher fast den ganzen Clavus ausfüllt. Im Corium ungefähr in der Mitte der sutura clavi beginnt ein zweiter brauner Längsstreifen, welcher nach hinten sich verbreitert und das ganze innere Drittel des Coriums bis zum Apikalrande einnimmt. Dieser Längsstreifen ist vom Streifen des Clavus nur durch die blaßgelbe oder weiße sutura clavi getrennt. Flügel glashell, mit zarten weißen Nerven. Hinterleib oben und unten schwarz, Connexivum gelblich. Beine blaßgelblich, die Klauen schwarz.

♂ Genitalklappe dreieckig; das letzte Bauchsegment in der Mitte infolge der seitlichen Ausbuchtungen des Hinterrandes zugespitzt und in der Mitte eingekerbt. Die Genitalplatten schmal, lang, säbelartig, nach oben gekrümmt, blaßgelb, am freien Ende dunkel verfärbt.

♀ Letztes Bauchsegment länglich viereckig, dessen Hinterrand schwach konvex, fast gerade. Scheidenpolster länglich mit gelben Borsten besetzt, Legescheide verdeckt, mit der dunklen Spitze die Scheidenpolster etwas wenig überragend.

Länge ♂ ♀ 4 bis $4^1/_4$ *mm*.

Tanger 2 ♂, 1 ♀, Gibraltar 1 ♂ und Granada 1 ♀.

Jassini.

5. *Cicadula sexnotata* Fall., in Andalusien auf Wiesen nicht selten.

6. *Cicadula variata* Fall., Cordoba, Escorial.
7. *Thamnotettix fenestratus* HS., Cordoba, auf trockenen Grasplätzen.
8. *Thamnotettix tenuis* Germ., Cordoba, auf Wiesen.
9. *Thamnotettix rubrovenosus* Scott., Escorial, Cordoba.
10. *Thamnotettix attenuatus* Germ., Cordoba.

†11. **Thamnotettix pulchellus** n. sp.

In der Gestalt dem *Th. fenestratus* Fieb. ähnlich, aber kürzer und schmäler. Scheitel dreieckig, gewölbt, gelblich, am Vorderrande 6 schwarze Pünktchen, von welchen die 2 mittleren an der Scheitelspitze stehen, im Nacken jederseits 2 kleine, häufig zusammenfließende schwarze Pünktchen, zwischen denselben in der Mitte eine kurze feine Längslinie. Die gewölbte Stirne schwarz, mit 2 Reihen von gelben, kurzen Querstrichen, welche nach unten zu kürzer werden, so daß beide Reihen ein in der Mitte liegendes schwarzes Dreieck begrenzen. Clypeus und Zügel größtenteils schwarz, die Wangen gelblich, Schläfen schwarz, oberhalb der Fühlergruben ein gelber Querstrich. Pronotum so lang wie der Scheitel, vorn gebogen, hinten flach gebuchtet, gewölbt, vorn gelblich, hinten mehr graulichweiß, mit zahlreichen schwarzen Punkten und Fleckchen besetzt. Schildchen dreieckig, in der Mitte eine kurze Querlinie, vor derselben 2 Punkte, in den Basalwinkeln undeutliche bräunliche Dreiecke. Deckflügel graulichweiß, glänzend, die Nerven stark kreideweiß gefärbt und schwarz gesäumt, so daß in den Zellen schwarze Ringe gebildet wurden, wodurch die Flügel eine ocellenartige Zeichnung erlangen. Am Außenrand entsprechend den Quernerven 2 größere weißliche Flecken, die Endzellen gleichfalls ocellenförmig, die Mitte getrübt, der Apikalrandnerv weiß. Flügel rauchbraun mit dunklen Nerven, Unterseite und Beine schwarz, letztere mit hellen Flecken, insbesondere auf den Schenkeln, die Borsten der Hinterschienen gelblich.

♀ Länge 3 *mm*.

Cordoba 2 ♀.

12. *Athysanus stactogalus* Fieb., Cordoba, auf *Tamarix*.
13. » *taeniaticeps* Kbm., Utrera, auf feuchten Wiesen.

14. *Athysanus striola* Fall, Utrera, auf feuchten Wassergräben.
15. » *variegatus* Kbm., Tanger und in Andalusien.

16. **Athysanus Bolivari** n. sp.

Dem *Ath. quadratus* Forel und *limbatus* Ferr. bezüglich der Körperform sehr ähnlich. Der Körper ist kurz, quadratisch, die Oberseite mehr oder weniger dunkelbraun, die Unterseite bräunlichgelb. Scheitel stumpf dreieckig, in der Mitte deutlich länger als an den Seiten, oben mit einem ziemlich tiefen Quereindruck, welcher die ganze Breite des Scheitels einnimmt, sehr fein längsgestrichelt und dunkelbraun gesprenkelt ist. Der Vorderrand des Scheitels selbst ist einfarbig, gelblich. Gesicht breit, die Stirne gelblichbraun, häufig mehr oder weniger stark schwarz gesprenkelt, desgleichen die Wangen und Zügel. Pronotum so lang wie der Scheitel, vorn bogenförmig gerundet, hinten gerade, auf der Oberfläche quergestrichelt, mehr oder weniger stark schwarz gesprenkelt. Schildchen kurz dreieckig, rostgelb oder dunkelbraun, in der Mitte eine eingedrückte Querlinie. Deckflügel erreichen die Hinterleibsspitze, die Nerven sind stark, braun gefärbt, mit zahlreichen kleinen weißen Fleckchen besetzt. Die Zellen sind mit zahlreichen dunklen Flecken und Punkten mehr oder weniger stark ausgefällt, so daß die ganze Oberfläche dunkel erscheint. Am Außenrande der Deckflügel ungefähr hinter der Mitte befindet sich ein weißer Randpunkt, welcher stets vorhanden ist und diese Art besonders charakterisiert. Zuweilen befindet sich noch ein viel kleinerer Randpunkt vor demselben, welcher jedoch nicht konstant vorhanden ist. Flügel rauchbraun. Rücken schwarz. Unterseite mehr oder weniger stark zusammenfließend schwarz gesprenkelt. Die Beine dicht schwarz gesprenkelt, die Tarsen dunkel.

♂ Genitalklappe fehlt, die Genitalplatten sehr kurz, am Ende abgerundet. Die Seitenlappen des letzten Rückensegmentes hinten breit abgerundet, nicht zusammengeschlossen.

♂ Länge 3 *mm*.

Madrid, Escorial, von Herrn Direktor Bolivar gesammelt.

17. *Goniagnathus brevis* HS., Cordoba, Escorial, auf sandigen Stellen.

18. *Goniagnathus guttulinervis* Kbm., Cordoba, auf trockenen Anhöhen mit ersterem zusammen.
19. *Allygus modestus* Scott., Granada, Cordoba, auf *Quercus ilex*, nicht selten.

Acocephalini.

20. *Parabolocratus glaucescens* Fieb., Cordoba, Utrera.
21. *Eupelix cuspidata* F., Cordoba, auf Wiesen häufig.

Tettigonini.

22. *Penthimia atra* Goeze, Escorial, überall selten.

Bythoscopini.

23. *Idiocerus aurulentus* Kbm., Granada, auf Pappeln.
24. *Macropsis scutellaris* Fieb., Escorial.
25. *Pediopsis scutellata* Boh., Escorial.
26. *Agallia venosa* Fall., Cordoba, auf Wiesen.
27. » *sinuata* Muls. et Rey, Cordoba, auf Wiesen.

†28. **Agallia Antoniae** n. sp.

Körper länglich gestreckt, bräunlichgelb mit schwarzer Zeichnung, der Scheitel schmal, von oben als ein überall gleich breiter Wulst sichtbar, parabolisch gerundet und zur Stirn abgerundet. Auf demselben befinden sich zwei große schwarze Punkte, welche voneinander weiter entfernt sind, als jeder einzelne Punkt vom inneren Augenrande. Längs des inneren Augenrandes zieht jederseits eine breite schwarze Linie auf die Schläfen herab, von deren Mitte ein schmälerer kurzer Strich quer nach innen auf die Stirne bis zur Ocelle zieht. Diese beiden Linien bilden einen scharfen rechten Winkel. Die Stirne ist gewölbt, breit, zum Clypeus verschmälert, indem die Stirnnähte unterhalb der Fühlergrube stark eingebuchtet sind. Dort, wo die Stirne sich zu verengern beginnt, befindet sich eine schwarze, nach oben konvexe, regelmäßig in der Mitte unterbrochene Querlinie, welche von einer Fühlergrube zur anderen geht. Selten findet man diese Querlinie in der Mitte nicht unterbrochen, in welchem Falle

von der Mitte derselben eine feine Mittellinie nach oben bis zur Basis des Scheitels zieht. Auf der unteren Hälfte der Stirnfläche befinden sich zwei parallele, aus kleinen braunen Punkten gebildete Längsstreifen. Die Fühlergruben sind schwarz, die Fühler bräunlichgelb. Clypeus länglich viereckig, mit ein oder zwei schwarzen Punkten, von welchen der untere größer ist als der obere, welcher zuweilen auch fehlt. Zügel halbmondförmig, nicht gezeichnet. Rostrum kurz. Pronotum so breit wie in der Mitte lang, vorn breit gebogen, oben gewölbt, fein quergestrichelt, mit zwei schwarzen breiten Längsstreifen, zwischen welchen sich in der Nähe des Vorderrandes zwei kleine braune Grübchen befinden. In der Mitte des Pronotums ist eine schmale, nicht immer sehr deutliche kürzere Längslinie sichtbar. Schildchen etwas wenig kürzer als das Pronotum, dreieckig, in der Mitte eine eingedrückte Querlinie, vor derselben zwei Punkte und in den Basalwinkeln jederseits ein großes schwarzes Dreieck. Die Deckflügel sind nach hinten verschmälert, bräunlichgelb, schwach glänzend, mit pechbraunen deutlichen Nerven. Im Clavus ein dunkler schmaler Längsstreifen, welcher beim ♂ sehr undeutlich ist oder gänzlich fehlt. Flügel rauchbraun, mit braunen Nerven. Hinterleib oben schwarz, unten bräunlichgelb, das Connexivum und die Hinterränder der Bauchsegmente gelblich. Beine bräunlichgelb, die Schenkel an der Basis und vor der Spitze gefleckt, die Schienen mit dunklen Längsstreifen, sämtliche Klauen schwarz.

♂ Letztes Bauchsegment länger als breit, hinten gerade; die Genitalplatten spitz dreieckig, zusammenschließend, im inneren Basalwinkel jeder Platte ein kommaförmiger eingedrückter Strich.

♀ Letztes Bauchsegment so lang wie das vorletzte, hinten gerade oder sehr schwach gebuchtet, in der Mitte seicht ausgeschnitten, daselbst mit zwei bräunlichen kleinen Fleckchen. Scheidenpolster blaßgelblich, die Legescheide nur mit der Spitze die Scheidenpolster etwas wenig überragend.

Länge ♂ ♀ $4^1/_2$ bis 5 *mm*.

Escorial, auf Grasplätzen, nicht häufig. Kommt auch in Portugal in Gerez vor (Horvath).

Membracidae.

29. *Centrotus coruntus* L., Montserrat.
30. » *chloroticus* Fairm., Escorial.
31. *Gargara Genistae* F., Escorial.

Cercopidae.

32. *Triecphora dorsata* Germ., Escorial.
33. » *sanguinolenta* L., Escorial, Valencia, Sagunt.
34. *Lepyronia coleopterata* L., Escorial, auf trockenen Stellen.
35. *Ptyelus campestris* Fall., Cordoba, überall häufig.

Fulgoridae.

Tettigometrini.

36. *Tettigometra sulphurea* MR., Escorial, Cordoba, unter Steinen.
37. *Tettigometra virescens* Panz, Escorial, Cordoba, unter Steinen.
38. *Tettigometra laeta* HS. (= *lepida* Fieb.) Cordoba.
39. » *picta* Fieb., Cordoba.
40. » *impressifrons* MR., Utrera, Cordoba.
41. » *obliqua* Panz, Escorial, Cordoba.
42. » *costulata* Fieb., Escorial, Valencia, häufig.
43. » var. *unifasciata* Fieb., Tanger, Utrera, Cordoba.

Fulgorini.

44. *Trirhacus setulosus* Fieb., Escorial, nicht häufig.
45. *Cixius discrepans* Fieb., Tanger, selten.
46. » *pilosus* Ol., Escorial, Montserrat.
47. » *venustulus* Germ., Escorial.
48. » *sticticus* Rey, Montserrat.
49. *Dictyophara europaea* L., Escorial, häufig.
50. *Caliscelis Bonelli* Latr., Cordoba, ♂ ♀, auf sonnigen Stellen.
51. *Hysteropterum punctulatum* Ramb., Granada, Gibraltar, Cordoba, auf *Quercus ilex* häufig.
52. *Hysteropterum impressum* Fieb., Escorial, nicht häufig.

53. *Hysteropterum melanophleps* Fieb., Cordoba.
54. » *quadarramense* Melich., Escorial.

Delphacini.

55. *Asiraca clavicornis* F., Tanger, Escorial, häufig.
56. *Kelisia vittipennis* Sahlb., Utrera, am Flußufer.
57. *Metropis flavipes* Sign. (*maura* Fieb.), Tanger, Granada, auf feuchten Stellen.

Der anatomische Bau der Knollenrinde von Balanophora und seine mutmaßliche funktionelle Bedeutung

von

M. Strigl,

Assistent am botanischen Institut zu Innsbruck.

(Mit 2 Tafeln und 3 Textfiguren.)

Untersuchungen, ausgeführt unter Benützung der von Prof. Dr. E. Heinricher von seiner Studienreise nach Java mitgebrachten Materialien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juni 1907.)

Die Balanophoreen haben knollenförmige Vegetationskörper, die man ihrem äußeren Aussehen nach für Fruchtkörper von Thallophyten halten könnte, vorausgesetzt, daß sie noch keinen Blütensproß entwickelt haben. Von den Typen der bei höheren Pflanzen auftretenden Gewebe zeigen die *Balanophora*-Knollen in dem rein dem Parasiten angehörigen Teile zwar ein parenchymatisches Grundgewebe und in diesem verlaufende Leitstränge, das Hautgewebe weicht jedoch in seinem Baue weit von den bei den höheren Pflanzen vorkommenden Arten von Oberflächenbekleidung ab und ist am ehesten demjenigen von Sklerotien der Pilze oder dem eines Moosstämmchens zu vergleichen. Auf Grund dieses im folgenden näher zu schildernden eigenartigen Baues der oberflächlichen Zellagen empfiehlt es sich, dieselben schlechthin als »Rinde« zu bezeichnen.

In der über das Genus *Balanophora* vorliegenden Literatur ist das Hautgewebe der Knolle nur flüchtig behandelt, namentlich fehlen auch instruktive Abbildungen. Es seien die bisherigen Angaben über den anatomischen Bau desselben, soweit sie allgemeinerer Natur sind, hier an die Spitze gestellt.

Beccari untersuchte seinerzeit die Spezies *B. reflexa* und schreibt über das Oberflächengewebe wie folgt: »Meritano ancora attenzione le tubercolosità piramidate che ricuoprono la superfice esterna del rizoma (Tav. IV, fig. 7), risultanti da grandi cellule la di cui parete esterna, che rimane libera, si sviluppa immensamente più delle altre ed apparisce formata da strati concentrici, come successivi depositi nell' interno loro; le pareti interne di queste cellule sono spesso ricoperte da bizzarre escrescenze che ho rappresentato nella figura 8, Tav. IV«.[1]

Graf Solms-Laubach machte später gelegentlich seiner Thallusstudien an Rafflesiaceen und Balanophoreen bezüglich der Rinde von *B. reflexa* und *indica* die Bemerkung, daß die Knöllchen von frühester Jugend an mit »dicker, aus zusammengefallenen Zellen gebildeten Rinde« umzogen seien, »deren Außengrenze von einer in der Außenschichte stark verdickten ‚Epidermis' gebildet wird«.[2] Des weiteren erwähnt Solms die sonderbaren Verdickungszapfen und Brücken, welche Beccari in den äußersten Zellagen der Knolle von *B. reflexa* gefunden und erblickt die Veranlassung zu deren Zustandekommen in der Einwanderung von Pilzhyphen.

In einer Untersuchung über *B. elongata* berichtet uns Göppert: »Gegen den Rand (der Knolle) hin werden die Zellen allmählich kleiner, bräunlicher, etwas dickwandiger, an Wachs leerer und bilden so eine Art Rinde (Fig. 28**A), der jedoch eine eigentliche Oberhaut und Hautporen oder Stomatien völlig abgehen. Zehn nebeneinander (wohl besser ‚übereinander') liegende Zellen, im Querschnitt betrachtet, machen gewöhnlich dieselbe aus«.[3]

Im Verlaufe dieser Mitteilung werde ich auf die soeben angeführten Zitate zurückkommen. Meine Untersuchungen erstrecken sich auf die Rinde der Knollen von *B. globosa* und

---

[1] Beccari, Illustrazione di nuove specie di piante Bornensi *Balanophoreae* (Nuovo Giornale Bot. Ital., Vol. I, Firenze 1869, p. 72).

[2] Solms-Laubach, Das Haustorium der Loranthaceen und der Thallus der Rafflesiaceen und Balanophoren (Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle, XIII. Bd., 1877, p. 269).

[3] Göppert, Zur Kenntnis der Balanophoreen etc. (Nov. act. acad. Caes. Leop. Carol. Nat. Cur., tom. XXII, 1847, p. 234).

B. elongata. Das Material dazu lieferte die Sammlung, welche Prof. Heinricher während seines Aufenthaltes in Java (Wintersemester 1903/1904) erwarb.[1]

Es sei mir an dieser Stelle erlaubt, meinem verehrten Lehrer, Prof. Dr. E. Heinricher bestens zu danken, sowohl dafür, daß er mich den Untersuchungen über das interessante Genus *Balanophora* beizog, als besonders für die viele mir zu Teil gewordene Beihilfe.

Vorausschicken will ich einige Bemerkungen über das Äußere der Knollen. Die von *globosa* sind mehr minder isodiametrisch, daher offenbar der Name der Art; erst durch die im Inneren erfolgende Anlage von Infloreszenzsprossen treten da und dort buckelige Anschwellungen hervor. *B. elongata* zeigt hingegen schon frühzeitig Tendenz zur Verzweigung. Die einzelnen Äste, in deren jedem später ein Infloreszenzsproß zur Anlage kommt, sind gestreckt birnförmig oder walzenförmig. Hinsichtlich der Farbe des mir vorliegenden Alkoholmateriales kommt die Art der Fixierung in Betracht. Von Prof. Heinricher mit Sublimat-Alkohol fixierte und in Jod-Alkohol ausgewaschene Knollen haben nach einer Äußerung desselben ihre natürliche Farbe fast unverändert erhalten; *B. elongata* hat demnach eine gelblichbraune, *globosa* eine rotbraune Knollenrinde. Ein anderer Teil der gesammelten Knollen wurde in siedendem Wasser gekocht und dann in Alkohol eingelegt.[2] So behandelte Kollen haben ihre natürliche Farbe eingebüßt, zeigen aber noch einen Helligkeitsunterschied, insofern die Knollen der *B. globosa* schwarz, die der *B. elongata* dunkelgrau

---

[1] Es standen mir von *B. globosa* nur ältere Knollen, jedoch ohne nach außen hervorgetriebene Infloreszenzsprosse, von *elongata* verschiedene Altersstadien zur Verfügung. Auch an jener sehr jugendlichen *elongata*-Knolle von etwa 9 *mm* Durchmesser wurde die Rinde untersucht, von der sich bei Heinricher, »Zur Kenntnis der Gattung *Balanophora*«, Taf., Fig. 3, das linke Knöllchen (Jahrgang 1907 dieser Berichte, p. 439 ff.) eine Abbildung nach photographischer Aufnahme findet.

[2] Es ist dies die von Heinricher selbst eingeführte Methode zur Verhinderung des völligen Schwarzwerdens und der bei solchen Objekten immer wieder sich einstellenden Verfärbung des Alkohols (siehe Heinricher, Beiträge zur Kenntnis der *Rafflesiaceae* I. Denkschriften der mathem.-naturw. Klasse der kaiserl. Akad. d. Wiss., Bd. LXXVIII, Sep. Abdr. p. 4 und 5).

sind. Beiderlei Knollen haben eine runzelige Oberfläche. Bei *globosa* verursachen die Erhebungen und Vertiefungen den Eindruck einer ziemlich gleichmäßigen Felderung. Göppert findet die Rinde der *globosa* »rotbraun, rissig, wie in unregelmäßige, würflige Stücke geteilt«.[1] Knollen von *elongata* fühlen sich rauher an als solche von *globosa*, was durch die anatomische Beschaffenheit verursacht wird. Die Knollenoberfläche weist bei ihr sternförmige Pusteln auf, die als 4- bis 6lappige Höcker mäßig emporragen, eine Bildung, welche *B. globosa* fehlt. Zur äußeren Gestalt der Knollen beider Pflanzen sei noch erwähnt, daß Göppert den »Wurzelkörper« (d. i. die Knolle) von *B. elongata* mit dem ästigen Rhizom eines Farnkrautes, jenen von *globosa* mit dem Fruchtkörper eines *Lycoperdon* oder demjenigen von *Scleroderma* vergleicht.[2] Der erstere Vergleich erscheint mir weniger zutreffend, hingegen kennzeichnet der zweite *B. globosa* gut. Die *elongata*-Knollen lassen sich passend mit gewissen Hornschwämmen aus der Familie der *Aplysinidae* vergleichen. Die größte Ähnlichkeit zeigt *Aplysina aërophoba* durch die Art der Verzweigung, die schwefelgelbe Farbe und das an die Sternwarzen erinnernde Netzwerk erhabener Leisten an der Oberfläche.

Auf den anatomischen Bau der Knollenrinde eingehend, bemerke ich zur Darstellung Göppert's (siehe Zitat p. 1042), daß eine Größenabnahme der Zellen gegen die Peripherie im allgemeinen erst in den äußersten Schichten, die etwa 3 bis 5 Zellagen umfassen, stattfindet. Auch ist das Auftreten von Wandverdickungen durchschnittlich auf die zu äußerst gelegenen 2 oder 3 Zellschichten beschränkt. Die der Göppert'schen Abhandlung beigegebenen Figuren auf Taf. II erwecken den Eindruck, als ob diese Verdickungen allseits gleichmäßig ausgebildet wären, was jedoch nicht der Fall ist. Gegenüber Göppert's Angabe, daß gegen den Knollenrand eine Abnahme des Wachses (des »Balanophorins«) eintrete, bemerke ich, daß ich in vielen Fällen dasselbe an der Peripherie in gleicher

[1] Göppert, Über den Bau und Wachsgehalt der Balanophoreen (Nova Acta, Vol. XVIII, Suppl., p. 234.

[2] Ibidem, Zur Kenntnis der Balanophoreen etc., p. 256.

Menge vorfand, wie im inneren Parenchym. Ganz richtig sagt aber Göppert, daß eine »eigentliche Oberhaut« sowie »Hautporen« (Spaltöffnungen) fehlen. Solms spricht zwar in der eingangs angeführten Stelle von einer in der Außenschicht stark verdickten »Epidermis«, doch mangeln der oberflächlichen Zellschicht der *Balanophora*-Knolle die gewöhnlichen typischen Eigenschaften einer solchen. Es sind nämlich die Verdickungen nicht, wie es sonst bei Epidermiszellen gewöhnlich der Fall ist, auf die Außenwände beschränkt, sondern im ganzen sehr unregelmäßig verteilt. Ferner existiert keine scharfe Scheidung dieser äußersten Zellage von den darunterliegenden und es fehlt vor allem auch eine Cuticula, als Abgrenzung nach außen.

Schon hier sei erwähnt, obwohl später noch ausführlicher davon die Rede sein wird, daß bei den von mir untersuchten Knollen von *B. globosa* und *elongata* (höchst wahrscheinlich verhält sich die Sache auch bei den anderen Arten so) die Wände der äußersten Zellage und teilweise auch die der darunterliegenden ersten oder zweiten Schichte, verholzt sind, wogegen die Zellhäute des anschließenden Gewebes die typischen Reaktionen der Zellulose geben. Auf Grund dieser Membranmodifikation ergibt sich eine ungezwungene Abgrenzung zwischen »Rinde« und Knollenparenchym. Unter »Rinde« sollen also jene peripheren Zellagen (einschließlich der äußersten) bezeichnet werden, deren Zellwände vollständige oder teilweise Verholzung erfahren haben.[1]

Bei *B. reflexa* bildet die Rinde nach Beccari pyramidenförmige Erhebungen.[2] Das gleiche findet man vielfach an den Knollen von *B. elongata* (siehe Fig. 1 des Textes). *B. globosa* weist derartige Erhabenheiten nicht auf. Die oberflächlichen Zellen der *elongata*-Knolle laufen überhaupt meist spitz zu

[1] Nach Solms ist die Rinde aus »zusammengefallenen« Zellen gebildet (vergl. Zitat p. 1042). Dieser Eindruck entstand vielleicht wegen der Unregelmäßigkeit der Verdickungen. Zusammengefallen im Sinne von geschrumpft und abgestorben sind die Rindenzellen nicht. Tote Elemente scheinen nur die oberflächlichsten Zellen älterer Knollen zu sein, in denen ein Zerfall von Plasma und Kernen zu beobachten ist.

[2] Beccari, l. c., Tav. IV., Fig. 7.

(siehe Fig. 2 im Texte), wogegen die von *globosa* platte oder nur schwach gewölbte Außenwände besitzen (Fig. 3 des Textes). In diesen beiden Momenten findet die auf p. 1044 erwähnte größere Rauhigkeit der Knollen von *B. elongata* ihre Begründung.

Beccari und Solms-Laubach bemerken, daß die freien Außenwandungen der oberflächlichen Zellen bei *B. reflexa* stärker entwickelt sind; ersterer spricht auch von einer konzentrischen Schichtung derselben (siehe Fig. 7, Tav. IV bei Beccari). Das gleiche Verhalten zeigt die Rinde von *globosa* (Fig. 3 im Texte, und bezüglich der Schichtung Fig. 2 auf Taf. II bei ↓); jene von *B. elongata* hingegen läßt eine auffallende Verstärkung der Außenwände der Rindenzellen gegenüber den radial gerichteten Wänden vermissen; allerdings nehmen die Radialwände gegen das Innere hin an Dicke ab und die tangentalen Innenwände zeigen eine sehr geringe Verdickung, wenn von lokalen Anschwellungen vorläufig abgesehen wird. *Elongata* weist im Vergleich zu *globosa* überhaupt mäßigere Verdickung der Rindenzellwände auf und habituell erinnert die äußerste Zellage hier mehr an eine Oberhaut. Man vergleiche diesbezüglich Fig. 2 und 3 im Texte.[1]

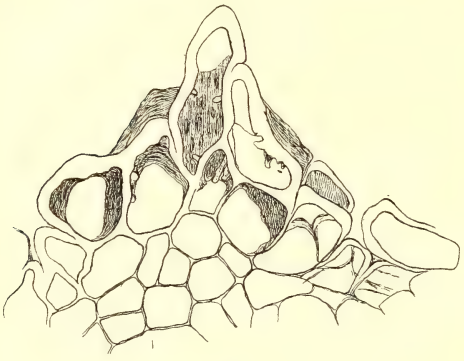


Fig. 1.
Durchschnitt durch eine pyramidenförmige Erhebung an der Rinde eines 8 *mm* langen Knollenästchens von *B. elongata* (Vergr. $^{100}/_{1}$).

Eine merkwürdige Bildung, die wie es scheint bei Balanophoreenknollen häufig vorkommt, sind die von Beccari bei

---

[1] Die Schnitte, nach denen die beiden Figuren gezeichnet sind, stammen von Knollen, die sich ungefähr in der gleichen Entwicklungsstufe befanden. Die *globosa*-Knolle hatte einen Durchmesser von etwa 3 *cm*, die von *elongata* einen Längsdurchmesser von $2^1/_2$ und Querdurchmesser von $1^1/_2$ *cm*.

der Spezies *reflexa* zuerst beobachteten, balkenartigen Auswüchse der Rindenzellwände ins Zellinnere hinein. Beccari

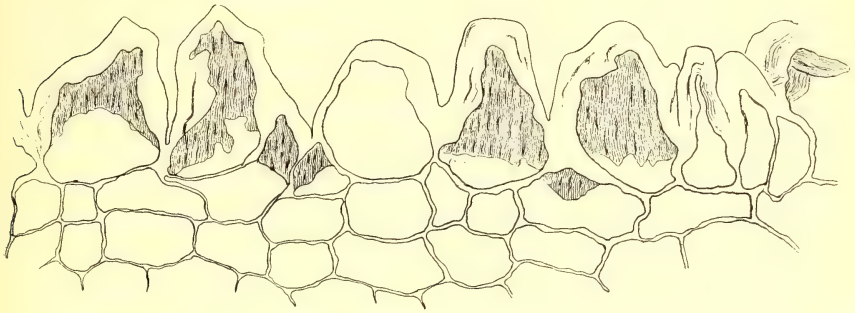


Fig. 2.
Rindenpartie von *B. elongata*.

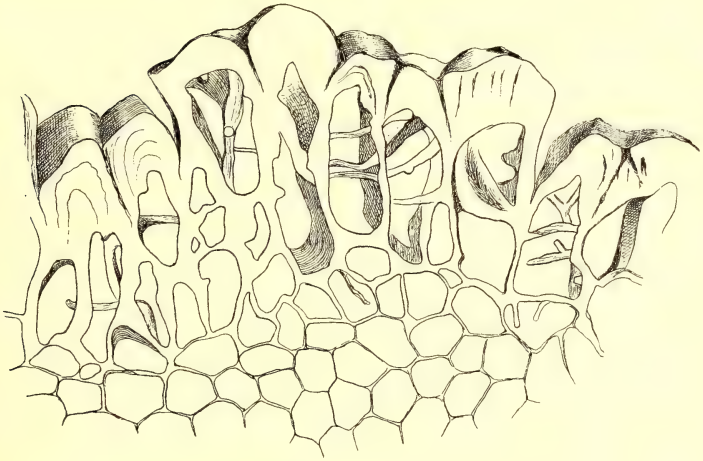


Fig. 3.
Rindenpartie von *B. globosa* (Vergr. in beiden $^{100}/_{1}$, Erklärungen im Texte).

hat sie nicht näher beschrieben und seine Zeichnung ist sehr schematisiert.[1]

Ich fand dergleichen Auswüchse sowohl bei *globosa* als auch bei *elongata*. Eine der untersuchten *globosa*-Knollen wies

[1] Beccari, l. c., Tav. IV, Fig. 8.

stellenweise eine solche Menge zapfenförmiger Auswüchse auf, daß die eigentlichen Zellgrenzen in der Rinde förmlich verschwanden, namentlich dann, wenn die Zapfen direkt von Zellwand zu Zellwand reichten, und in größerer Anzahl die Zellen durchsetzten. Textfigur 3 läßt die begrenzenden Zellwände noch ziemlich gut von den Auswüchsen derselben unterscheiden, obwohl der Schnitt der gleichen, oben erwähnten Knolle entnommen wurde. Eine andere *globosa*-Knolle von annähernd gleicher Größe zeigte eine viel geringere Bildung solcher Auswüchse; doch waren sie auch bei dieser an jedem Schnitte anzutreffen.

Die Knollen der *elongata* wiesen im allgemeinen ein mäßigeres Vorkommen von Zapfen in der Rinde sowie auch eine schwächere Ausbildung derselben auf. Nicht selten fehlten sie überhaupt in einer größeren Reihe von Zellen, wie solches Textfigur 2 vorstellt.

Über die Gestaltung der Zapfen wäre folgendes anzuführen: Frei im Zellumen endigende Zapfen haben meist eine dickere Ursprungsstelle und verschmälern sich gegen das Ende hin. Sie verlaufen gerade oder mehr minder gekrümmt und sind einfach oder verzweigt. Ein Beispiel von Verzweigung zeigt Fig. 2 auf Taf. I. Zapfen, die von verschiedenen Zellwandstellen kommen und bei ihrem Wachstum aneinander geraten, verwachsen bisweilen (Taf. I, Fig. 3 bei *a*) und können nachher ihre frühere Wachstumsrichtung fortsetzen (Taf. I, Fig. 1 bei *a*). Daß wirkliches Verwachsen vorliegt, zeigt diese Figur insofern gut, als der horizontal verlaufende Zapfen durch den Schnitt von der Zellwand abgetrennt wurde und die beiden Zapfen doch fest aneinanderhängen.

Manchmal gewinnt es den Anschein, als ob Zellwände von Zapfen durchwachsen wären (siehe den horizontalen Zapfen in Fig. 3, Taf. I). Es handelt sich aber dabei nur um eine korrespondierende Bildung in der Nachbarzelle, ein ähnliches Vorkommen, wie es in den ringförmigen Verdickungsleisten im Thallus von *Pellia* oder den Verdickungsleisten in der Antherenwand bei *Pinus* und in vielen anderen Fällen von korrespondierender Membranverdickung vorliegt.

Die Oberfläche der Zapfen ist bald glatt, bald zeigt sie eine feine gekreuzte Streifung oder gröbere spiralige Drehung. Eine gekreuzte Streifung läßt sich vielfach erst nach Anwendung von Quellungsmitteln beobachten, z. B. des von Russow empfohlenen Kali-Alkohols,[1] oder bei beginnender Einwirkung verdünnter Schwefel- oder Chromsäure. Aber nicht immer bringen solche Reagenzien diese Struktur zum Vorschein. So blieben z. B. die Zapfen der in Fig. 2, Taf. II abgebildeten Zelle auch nach längerem Verweilen des Präparates in Kali-Alkohol glatt, während die Schichtung der verdickten Zellaußenwand sofort deutlicher wurde.

Die dickeren Balken, welche gegenüberliegende Zellwände verbinden, erscheinen häufig spiralig gedreht (Taf. I, Fig. 1 bei *b* und Fig. 4). Es hat förmlich den Anschein, als kämen solche Balken durch Zusammendrehung dünner Zapfen zu stande, deren Ausganpspunkte an der Zellwand nahe beisammen gelegen wären; doch ist eine solche Entstehungsweise keineswegs anzunehmen. Besonders angeschnittene Balken (Taf. I, Fig. 7 und Fig. 1 bei *c*) könnten wegen teilweise erfolgender Zerfaserung den erwähnten Eindruck erwecken, indem der Balken an der Schnittstelle wie ein in seine Komponenten aufgelöster oder gelockerter Strick erscheint. Ein guter, scharfer Querschnitt durch einen Balken, wie in Fig. 6 auf Taf. I ein solcher dargestellt ist, entscheidet aber unmittelbar gegen jene Annahme, denn er zeigt nur eine deutliche, konzentrische Schichtung und am Rande Einbuchtungen, die den Spiralkonturen in der Längsansicht des Balkens entsprechen.

Der scheinbar spiralige Aufbau läßt sich wohl plausibel als Folgeerscheinung von Torsionen erklären, die durch das Zusammenwirken des Wachstumsbestrebens der Balken, vor allem des stärkeren Wachstums der oberflächlichen Schichten desselben und des Gegendruckes, den die Zellwände der Längenzunahme der Balken entgegensetzen, entstehen.

Untersucht man einen quergetroffenen Balken im polarisierten Lichte bei gekreuzten Nikols, so zeigt sich ein dunkles Kreuz mit vier hellen Feldern, ebenso wie bei Stärkekörnern

---

[1] Behrens, Tabellen, 3. Aufl., p. 76.

oder Sphärokristallen, was auf einen ähnlich gearteten Aufbau dieser Zapfen schließen läßt.

Wie schon p. 1042 erwähnt wurde, bringt Solms-Laubach die Zapfenbildung mit eingedrungenen Pilzhyphen in ursächliche Beziehung. In der angezogenen Abhandlung sagt er: »Beccari beschreibt sonderbare Verdickungszapfen und Brücken, die er in diesen (Rindenzellen) und den darunter befindlichen Parenchymzellen bei *B. reflexa* gefunden hat. Dieselben sind, wie ich an dem von ihm erhaltenen Material konstatieren konnte, durch in die *Balanophora* gewachsene Pilzhyphen hervorgebracht, welche nämlich, soweit sie im Zelllumen verlaufen, von einer Scheide von Membransubstanz umgeben werden. Der Feinheit des Hyphenlumens halber erscheinen sie dann als solide Höcker oder Querbalken.«[1] Einen näheren Nachweis zur Begründung seiner Ansicht über die Entstehung der Zapfen und Balken hat Solms nicht erbracht.

Ich konnte an den Zapfen häufig einen sehr feinen Achsenfaden wahrnehmen und in vielen Fällen fast bis zum Ende derselben verfolgen (siehe Fig. 1, Taf. II). An quergetroffenen Zapfen und Balken bemerkte ich ferner oft zentral einen wie von einem feinen Kanal herrührenden schwarzen Punkt (Fig. 6, Taf. I). Vielleicht ist Solms-Laubach durch ähnliche Beobachtungen bei *B. reflexa* zur Vermutung von Pilzhyphen in den Zapfen gelangt. Ich muß erwähnen, daß mir eine Menge von Zapfen auch bei sehr starker Vergrößerung keine Spur eines solchen, etwa durch eine Pilzhyphe bedingten Kanals zeigten (siehe Fig. 5, Taf. I). Ich fand wiederholt frei in Rindenzellen befindliche Pilzhyphen, manchmal ganze Hyphengeflechte, aber ein Eintreten von Pilzhyphen in irgend welche Membranauswüchse oder eine Umscheidung von Pilzhyphen mit aufgelagerten Zellwandstoffen konnte ich nicht beobachten. Versuche, mittels Reagenzien die Umhüllung der hypothetischen Pilzhyphen zu zerstören und diese selbst freizulegen, schlugen vollständig fehl. So verwendete ich konzentrierte Chromsäure, welche mit Ausnahme der Pilzzellulose alle anderen Zellulosemodifikationen auflöst,[2] und beobachtete die Einwirkung

[1] L. c., p. 269.

[2] Vergl. Zimmermann, Die botanische Mikrotechnik, 1892, p. 148.

unter dem Mikroskop. Es gelang mir aber nicht, einen als Pilzhyphe deutbaren Rest zu erhalten, vielmehr ging das gesamte Gebilde in Lösung über. Die Ansicht, daß Pilzhyphen die Entstehungsursache der Membranauswüchse wären, ist sicher nicht begründet.

Ich halte dafür, daß die Konturen, welche man, wie bemerkt, häufig im Inneren der Zapfen verfolgen kann, von nichts anderem herrühren, als von einem feinen Riß im Zapfen, welcher lediglich die Fortsetzung einer Spalte in der Zellmembran ist, von der der Zapfen ausgeht. Die Rindenzellmembranen sind ja überhaupt stark von Klüften und Sprüngen durchsetzt (siehe Fig. 3 und 7 bei *s*, Taf. I; Fig. 1 und 3 bei *s*, Taf. II), welche sich möglicherweise schon am lebenden Objekte einstellen oder erst durch den bei der Konservierung stattfindenden Wasserentzug entstehen.

Werfen wir noch kurz einen Blick speziell auf die Rinde der *elongata*-Knollen. Es wurde schon vorhin auf das geringere Auftreten zapfenförmiger Membranwucherungen bei *elongata* hingewiesen. Die Zapfen zeigen hier meist die Form der zwei kurzen, in Fig. 2, Taf. II abgebildeten von *globosa*. Dafür finden sich hier in der Rinde häufig lokalisierte Membranverdickungen in Gestalt rundlicher Anschwellungen, besonders an den Ecken, wo mehrere Zellen aneinanderstoßen (Taf. II, Fig. 3 und 4 bei *h*). Diese Verdickungsmassen sind meist wellig gefurcht und mitunter auch von Rissen und Spalten durchsetzt (Fig. 3, bei *s*, Taf. II).

Über die sternförmigen Pusteln der *elongata*-Knollen[1] fand ich in der Literatur keine näheren anatomischen Angaben,

---

[1] Außer *B. elongata* besitzen noch solche Sternwarzen an den Knollen: *B. maxima* (Göppert, Über den Bau der Balanophoreen, Tab. I, Fig. 24), *B. alveolata* und *picta* (Griffith, On the Indian Species of *Balanophora* and on a new Genus of the Family *Balanophoreae*, Tab. V, Fig. 1, 1 *a*, 2, 7 und Tab. VI, Fig. 1), *B. Zollingerii, multibrachiata* und *Hildebrandtii* (Fawcet, On new Species of *Balanophora* and *Thonningia*, Pt. 34, Fig. 11; Fig. 15), *B. dioica, indica* und *abbreviata* (Engler, *Balanophoraceae* in Nat. Pflanzenfam., III. Teil, 1. Hälfte, p. 261).

Es ist zu beachten, daß nach dem Ind. Kew. identisch sind: *B. maxima* Jungh. mit *B. elongata* Blume, sowie *B. alveolata.* und *picta* Griffith mit *B. dioica* R. Br.

sondern nur die folgende Stelle in der Engler'schen Bearbeitung der *Balanophoraceae* in den »Nat. Pflanzenfam.«:[1] »Als eine eigentümliche Bildung müssen noch die bei *B. elongata* Bl. an den Knollen vorkommenden 4- bis 6lappigen Höcker erwähnt werden. Dieselben bestehen aus großen, nur vereinzelt Balanophorin enthaltenden Zellen. In der Mitte des Höckers befindet sich ein eng trichterförmiger Hohlraum.«

Fig. 4, Taf. II stellt uns den Querschnitt durch eine Pustel dar. Die wie Hörner seitlich ausbiegenden Lappen entsprechen zwei Strahlen des Höckers. Sie bestehen aus übereinander gehäuften, dickwandigen Zellen, von denen die äußersten zum Teil nur mehr in lockerem Verbande sich befinden. In den Höckern erfährt die Rinde eine Verstärkung; alle dickwandigen Zellen sind hier verholzt. Hingegen ist die Rinde am Grunde des Trichters gewissermaßen unterbrochen; hier reicht das unverholzte Knollenparenchym ganz an die trichterförmige Einsenkung heran.

Ich vermutete anfänglich hinter diesen Pusteln als Pneumathoden fungierende Organe. Dagegen spricht aber namentlich das geringe Auftreten von Interzellularen in dem unter den Sternwarzen gelegenen sowie überhaupt im gesamten Knollengewebe. Daraus wie aus dem wahrscheinlich nur langsamen Wachstum der Knollen läßt sich schließen, daß die Atmungsenergie einer *Balanophora*-Knolle keine sehr bedeutende sein dürfte. Selbst zur Blütezeit ist wegen des Mangels an Spaltöffnungen an den neu hinzutretenden Organen an ein sehr erhebliches Sauerstoffbedürfnis dieser Gewächse nicht zu denken. Wir finden diesbezüglich bei den Balanophoreen ähnliche Verhältnisse wie bei anderen chlorophyllfreien Parasiten, z. B. der Gattung *Lathraea*, mit weitgehender Unterdrückung der Stomata, oder bei chlorophyllosen Saprophyten, wie den sämtlichen nichtgrünen Vertretern der Familie der Burmanniaceen, mit völligem Mangel an Spaltöffnungen.[2]

---

[1] Nat. Pflanzenfam., III. Teil, 1. Hälfte, p. 245.

[2] Engler führt in Übereinstimmung mit anderen Untersuchern der Balanophoreen den Mangel an Spaltöffnungen unter den allgemeinen Familienmerkmalen an (l. c. auf p. 245). Bei *Cynomorium coccineum* L. wurden jedoch Spaltöffnungen gefunden (vergl. Porsch, Der Spaltöffnungsapparat im Lichte

Wie schon früher erwähnt wurde und gleich ausführlicher gezeigt werden soll, ist die Rinde der *Balanophora*-Knollen weitgehend verholzt und somit stark imbibitionsfähig. Die Gase werden also die Rinde, gelöst im Imbibitionswasser, leicht passieren.[1] Nach dem Gesagten genügt der auf diese Weise durch die Rinde hindurch erfolgende Gaswechsel vollständig und sind besondere Wege für den Gasaustausch nicht vonnöten. Den Sternwarzen der *elongata*-Knollen wird eine andere als die von mir zuerst vermutete Bedeutung zugesprochen werden müssen, worauf ich später zurückkomme.

Ehe ich an die Beantwortung der Frage, ob und in welcher Richtung in der peripheren Verholzung des Knollengewebes und dem sonstigen anatomischen Bau der Rinde eine Zweckmäßigkeitseinrichtung vorliege, herantrete, will ich die stoffliche Beschaffenheit der Rindenzellmembranen etwas eingehender erörtern.

Schnitte von einer 3 *cm* dicken *globosa*- und einer annähernd gleich großen *elongata*-Knolle unterzog ich zunächst einer Tinktion mit basischem Fuchsin und Pikrinsäure, worauf die Wandungen der Rindenzellen als verholzte Membranen mit lebhafter Rotfärbung reagierten. Genannte Färbung zeigten die Membranen der äußersten und mehr minder noch die der unmittelbar darunter befindlichen Zellage vollständig, wogegen sie sich in den darauffolgenden 2 bis 3 Zellreihen nur an den lokalen Wandverdickungen einstellt, die unverdickten Membranteile aber nicht betraf. Bei einer Doppelfärbung mittels basi-

---

der Phylogenie, 1905, p. 69), so daß es noch zweifelhaft bleibt, ob nicht auch bei anderen Vertretern der Familie Spaltöffnungen, wenn auch in geringer Zahl, vorkommen. An den Schuppenblättern der Infloreszenz von *B. elongata* fand ich solche nicht; die übrigen Teile des Blütensprosses habe ich allerdings nicht untersucht. Die Spaltöffnungen der Gattung *Lathraea* hat am eingehendsten Heinricher untersucht (siehe dessen Ausführungen in »Biologische Studien an der Gattung *Lathraea*«, I. Mitteilung, diese Sitzungsberichte, mathem.-naturw. Klasse, 1892, Bd. CI, Abt. I, p. 36 ff). Über Burmanniaceen vergl. Porsch, »Der Spaltöffnungsapparat« etc., p. 74.

[1] Über den Unterschied imbibierter und ausgetrockneter Zellwandungen hinsichtlich der Durchlässigkeit für Gase vergl. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., 1. Bd., p. 165.

schen Fuchsins und Anilinblaus färbten sich letztere blau, erwiesen sich demnach als Zellulose. Die sämtlichen früher beschriebenen Membranwucherungen gaben die Holzreaktion. Ungefärbt blieben bei der Fuchsintinktion die Mittellamellen. Die Anwendung des Schultze'schen Macerationsverfahrens zeigte, daß sie, wie es auch sonst gewöhnlich der Fall ist, aus Pektinstoffen zusammengesetzt sind.

Von anderen Farbenreaktionen erwähne ich noch die nach Behandlung mit Anilinsulfat, ferner mit Phloroglucin in Verbindung mit Salzsäure an den Stellen der Verholzung erfolgende Gelb-, beziehungsweise Rotfärbung der Rindenzellmembranen.

Genannte Reaktionen wurden auch durch das Verhalten der Rindenzellen gegenüber konzentrierter Schwefelsäure und konzentrierter Chromsäure bestätigt. Erstere läßt die Wände der Rindenzellen mit Ausnahme der Zellulosepartien an der Übergangsstelle von Knollenparenchym und Rinde intakt und verursacht nur anfänglich starke Bräunung, später Schwarzwerden der Rindenzellmembranen, eine Wirkungsweise, wie sie an Schnitten durch Holz zu beobachten ist. In konzentrierter Chromsäure löst sich die Rinde, dem Verhalten verholzter Elemente entsprechend, im Verlaufe einiger Stunden vollständig auf. Es gibt sich dabei, worauf nochmals hingewiesen sein möge, der Mangel eines oberflächlichen Korkhäutchens deutlich zu erkennen.

Den Fortschritt in der Rindenentwicklung zeigt uns ein Vergleich der oben geschilderten Verhältnisse an älteren Knollen mit jenen an dem jungen 9 *mm* dicken *elongata*-Knöllchen.[1] Hier färben sich bei der Tinktion mit basischem Fuchsin und Pikrinsäure zumeist nur die Wände der äußersten Zellreihe. Stellenweise greift aber auch schon hier die Färbung

---

[1] S. Heinricher, l. c., Tafel Fig. 3, das linke Knöllchen. Die an der zur gleichen Abhandlung gehörigen Textfigur 3 bei *B* zum Vorschein kommende, buckelige Anschwellung der Wirtwurzel rührt von einer Ansammlung von *Balanophora*-Gewebe her und entspricht einer Knollenanlage. Infolge der Konkurrenz mit dem gegenüber aufsitzenden, oben erwähnten *elongata*-Knöllchen ist jedoch diese Anlage allem Anscheine nach in keinem prosperierenden Zustande gewesen. Sie war für das Studium der Rinde nicht verwertbar.

auf Zellen der zweiten, ja sogar dritten Zellage über. Es ist also die Rinde sehr jugendlicher Knöllchen der Spezies *elongata* meist noch nicht mehrschichtig. Nach meiner Ansicht dürfte das Gleiche auch für *globosa*-Knöllchen in diesem Stadium gelten, wenngleich ich dies nicht auf Grund der Untersuchung eines derartigen Jugendzustandes behaupten kann.

Die mehrschichtige, verholzte Rinde entsteht nun nicht etwa durch tangentiale Teilungen der primären, eine periphere Zellage bildenden Rindenzellen. Ganz abgesehen davon, daß die Teilungsfähigkeit verholzter Zellen, trotz des eventuellen Vorhandenseins eines lebenden Plasmainhaltes (ein solcher ist in den Rindenzellen des jungen *elongata*-Knöllchens tatsächlich noch vorhanden) überhaupt sehr in Frage zu ziehen ist,[1] konnte ich nirgends Andeutungen derartiger tangentaler Teilungen beobachten.

Die mehrschichtige Rinde kann dann nur auf die Weise zu stande kommen, daß die Verholzung sukzessive auch die angrenzenden Knollenparenchymzellen, deren Wände aus Zellulose bestehen, erfaßt. Die früher geschilderten Tinktionen lieferten uns die Belege für dieses Verhalten.

Durch diese Heranziehung von Parenchymzellen ist auch für die nötige Ergänzung der Rinde bei fortschreitender Größenzunahme der Knollen gesorgt. Es liegen nämlich auch von radialen Teilungen der Rindenzellen keine Anzeichen vor, durch bloßes Wachstum können aber die primären Rindenzellen den Zusammenhang der Rinde unmöglich aufrecht erhalten. Man findet in der Tat an der äußersten Peripherie häufig eine Isolierung von Zellen, die früher offenbar fest zusammenhingen. An solchen Stellen werden dann ursprünglich dem Knollenparenchym angehörige, nachträglich verholzte Zellen eingeschoben.

---

[1] A. Ursprung hat zwar kürzlich die Teilungsfähigkeit verholzter Zellen durch seine Untersuchung über das Dickenwachstum von *Sambucus*-Sprossen zu beweisen versucht; seine Ausführungen wurden aber von Schellenberg widerlegt. Vergl. Ursprung, Über die Dauer des primären Dickenwachstums (Berichte der deutschen bot. Gesellsch., 24. Jhrg.) und Schellenberg, Über das primäre Dickenwachstum des Markes von *Sambucus nigra* L. (ibidem, 1907, 1. Heft).

Wenn wir nunmehr die Rindenverholzung im Zusammenhange mit dem ausnahmslosen Fehlen einer oberflächlichen Cuticula und die sonstigen Eigentümlichkeiten der Rinde unserer *Balanophora*-Knollen vom physiologischen Standpunkte aus betrachten, so werden wir darin mit größter Wahrscheinlichkeit Einrichtungen erblicken dürfen, die mit der Wasserversorgung der Knollen im Zusammenhange stehen. Zur Begründung dessen muß ich etwas weiter ausholen.

Es sind zunächst die Verhältnisse zu berücksichtigen, unter denen der Wasserbezug der Knollen aus der Nährwurzel erfolgt. In den meisten Fällen, wo *Balanophora*-Knollen einer dünneren Nährwurzel aufsitzen, ist der Ansatzpunkt der Knolle auch das Ende der Wurzel, weil das frühere Endstück infolge der Invasion des Parasiten abstirbt. Von der Wirtwurzel kann daher die Knolle Wasser nur beziehen aus dem, der normalen Wasserleitung gegenüber, umgekehrten Strom, geradeso wie auch die übrigen Nährsubstanzen durch den saugenden Parasiten erworben werden. Hinsichtlich der Quantität des auf diese Art gewonnenen Wassers bleibt es fraglich, ob der alleinige Bezug von der Wirtwurzel her in allen Fällen ausreichen mag. Wenn nun aber durch die Knollenrinde eine Wasseraufnahme ermöglicht wird, so ist zum mindesten für die Gefahr einer unzureichenden Wasserversorgung aus der Wirtwurzel Abhilfe geschaffen.

Beachten wir den Bau und die Standortsverhältnisse der *Balanophora*-Knollen, so gelangen wir zur Überzeugung, daß die Transpiration bei diesen Gewächsen keine besonders große sein kann. Hinsichtlich des Baues sind die verhältnismäßig geringe Oberflächenentwicklung, das spärliche Vorkommen von Interzellularen im Knollengewebe, der Mangel an Pneumathoden, Momente, welche die Transpiration herabmindern. Im gleichen Sinne wirken die Standortsverhältnisse günstig. Die *Balanophora*-Arten sind auf die Tropenländer der alten Welt beschränkt[1] und bewohnen dortselbst den tropischen Regenwald oder die höher gelegenen Nebelregionen. Außerdem sind sie meist, wenigstens mit den Knollen, ganz oder

[1] Nat. Pflzfam., III. T., 1. Hälfte, p. 249.

halb in der feuchten Erde geborgen.[1] Die *Balanophora*-Knollen sind also sicherlich keinerlei Gefahren von Seite großer Transpiration ausgesetzt. Je mehr aber diese herabgemindert wird, desto leichter kann durch die Rinde aufgenommenes Wasser den Bedarf der Knollen decken.

Zur Wasseraufnahme ist nun die Rinde unserer *Balanophora*-Knollen tatsächlich in hohem Grade befähigt. Vorerst ist durch das Fehlen einer Cuticula ein bedeutendes Hindernis für das Eindringen von Wasser beseitigt. Infolge der weitgehenden Membranverholzung kann bei dem hohen Grade von Imbibitionsfähigkeit der Holzsubstanz eine immerhin in Betracht kommende Wassermenge durch die Rinde aufgesogen werden. Dabei unterstützt die Rauhigkeit der Oberfläche eine rasche Verbreitung des Wassers über die Knollen. Sind diese im Boden versenkt, so wird das eingesickerte Wasser ausgenützt, sind sie oberirdisch (wie die von Herrn Prof. Heinricher gesammelten), so gelangen direkt die Niederschläge zur Verwertung. Die zapfen- und balkenartigen Membranauswüchse tragen einerseits wesentlich zur Vergrößerung der Imbibitionsfläche bei, erleichtern aber andrerseits die Verteilung und Leitung des Wassers. Es kommt in diesem Spezialfall der Sachs'schen Imbibitionstheorie der Wasserleitung wirklich eine Bedeutung zu. — Das so aufgenommene Wasser wird auf dem gewöhnlichen Wege der Diffusion dem anstoßenden Knollenparenchym zugeführt und von Zelle zu Zelle weitergegeben.

Zum Schlusse möge noch der kompensativen Einrichtungen im Bau der Rinde bei *B. globosa* und *B. elongata* hinsichtlich der Befähigung zur Wasseraufnahme und Weitergabe gedacht werden.

Die mächtige Zellwandverdickung, beziehungsweise Verholzung, sowie das häufige Auftreten zapfen- und balken-

[1] Hierüber eine Notiz Junghuhn's (Nov. Act., Vol. XVIII, Suppl., p. 217): »Sie (die Balanophoreen) sind so in dem tiefsten Dickicht der Waldungen versteckt, halb unter der Erde verborgen, kaum mit ihren Kolben hervorragend, welche die üppigen Polster von Moosen und krautartigen Gewächsen, unter denen sie wuchern, nicht zu durchdringen vermögen, so daß nur der Zufall ihre Entdeckung veranlassen kann.« — *B. elongata* fand Junghuhn »in den zwischen 8000 und 9000′ hoch gelegenen, nebeldurchzogenen Wäldchen enger Gebirge«. Ibidem, p. 220.

artiger Membranauswüchse in der Rinde von *B. globosa* gestatten eine ausgiebige Imbibition derselben mit Wasser. Wenn die Rinde der *elongata*-Knollen in den genannten Merkmalen jener von *globosa* nachsteht, so kommt ihr dafür erstlich einmal die rauhere und daher für die Wasseransammlung und Ausbreitung günstigere Oberflächenbeschaffenheit zugute. Dann aber besitzt sie in den sternförmigen Warzen förmliche Organe der Wasseraufnahme. In der trichterförmigen Einsenkung, welche bis zum parenchymatösen, unverholzten Knollengewebe reicht, und in den zwischen den einzelnen Lappen der Sternwarzen sich befindenden Buchten kann sich nämlich kapillar eine größere Wassermenge ansammeln. Am Grunde des Trichters vermag dieses Wasser durch Osmose direkt ins Knollengewebe zu gelangen, außerdem wird aber durch den Umstand, daß in den Rindenzellen der genannten Lappen die Verholzung eine weit erheblichere ist als in den übrigen Teilen der Rinde, hier ein lokal ausgiebigerer Wasserbezug durch Imbibition ermöglicht. Man wird also mit Recht den Sternwarzen der Knollen von *B. elongata* die Funktion gesteigerter Wasseraufnahme zusprechen dürfen, und man könnte sie aus diesem Grunde vielleicht passenderweise als »Wasserfänge« bezeichnen.

Es wäre interessant, auch an anderen Angehörigen der Gattung *Balanophora*, welche Sternwarzen besitzen, beziehungsweise solchen, denen sie fehlen, das Vorhandensein ähnlicher kompensativer Einrichtungen weiter zu prüfen; doch konnte wegen Mangels geeigneten Materiales eine diesbezügliche Prüfung nicht vorgenommen werden.

Als wichtigste Ergebnisse meiner Untersuchungen führe ich folgendes an:

1. Eine eigentliche Epidermis fehlt den Knollen von *Balanophora globosa* und *B. elongata*. Die peripheren, verholzten Schichten bezeichnet man am besten als »Rinde«.

2. Sehr jugendliche Knollen haben eine solche verholzte Rinde in der Mächtigkeit von nur einer Zellage. Diese verstärkt und ergänzt sich durch sekundäre Verholzung angrenzender Parenchymzellen. Die nach innen öfter ungleichmäßig fortschreitende Verholzung bewirkt, daß eine scharfe

Grenze zwischen Rinde und Knollenparenchym nicht immer vorhanden ist.

3. Der Bau der eigentümlichen zapfen- und balkenartigen Membranauswüchse im Inneren der Rindenzellen wird eingehend beschrieben. Der Solms-Laubach'sche Versuch, diese Membranauswüchse auf eindringende Pilzhyphen und deren Umhüllung mit Zellwandsubstanz zurückzuführen, hält nicht stand.

4. Der Bau der Knollenrinde (Verholzung derselben, Mangel einer Cuticula an der Außengrenze etc.) weist darauf hin, daß ihr die Aufgabe zufällt, sich an der Wasseraufnahme und -Zufuhr zu beteiligen.

5. Die in ihrer Bedeutung bisher nicht erkannten Sternwarzen der Knollen von *B. elongata* werden als Einrichtungen, die eine gesteigerte Wasseraufnahme gestatten, aufgefaßt und demgemäß als »Wasserfänge« bezeichnet.

6. Außerdem wird auf das Vorhandensein kompensativer Einrichtungen in den Rinden von *B. globosa* und *B. elongata* hinsichtlich ihrer Eignung zur Wasseraufnahme hingewiesen.

Erläuterung zu den Tafelfiguren.

Tafel I.

Fig. 1. Rindenpartie der Knolle von *B. globosa*. Der äußerste Rand (in der Figur oben) ist durch den Schnitt entfernt. Links bei *r* eine Kluft in der Rinde. *a* zwei durchwachsene Zapfen; *b* und *c* spiralig gedrehte Balken, Balken *c* ist angeschnitten, er würde an die untere Zellwand weiter im Hintergrunde stoßen. Der quergetroffene Balken *d* zeigt in der Mitte einen rundlichen Hohlraum, rechts davon radiale Sprünge in der Membran. An *d* sind zwei von rechts kommende Zapfen angewachsen. Oberhalb *d* an der Zellwand eine Membranwucherung mit deutlicher konzentrischer Schichtung. Die Rindenzellwände sind an vielen Orten von Rissen durchsetzt. Vergr. 235.

Fig. 2 bis 7. Details über die Zapfen und Balken bei *B. globosa*.

Fig. 2. Ein dreiästiger Zapfen. Vergr. 235.

Fig. 3. Dem horizontalen Balken in der linken Zelle entspricht ein gleichgelagerter in der rechten Zelle. Im übrigen vergl. den Text. Vergr. 235.

Fig. 4. Sich begegnende und verwachsene Membranbalken mit Torsionserscheinungen an der Oberfläche. Vergr. 235.

Fig. 5. Membranzapfen mit Andeutung eines Risses im Inneren an der Ursprungsstelle, bei *r*, im übrigen Verlauf kompakt. Vergr. 660.

Fig. 6. Quer durchschnittener Balken mit konzentrischer Schichtung. Vergr. 235.

Fig. 7. Angeschnittener und gewissermaßen in einzelne Fasern aufgerollter Membranbalken. Vergr. 660.

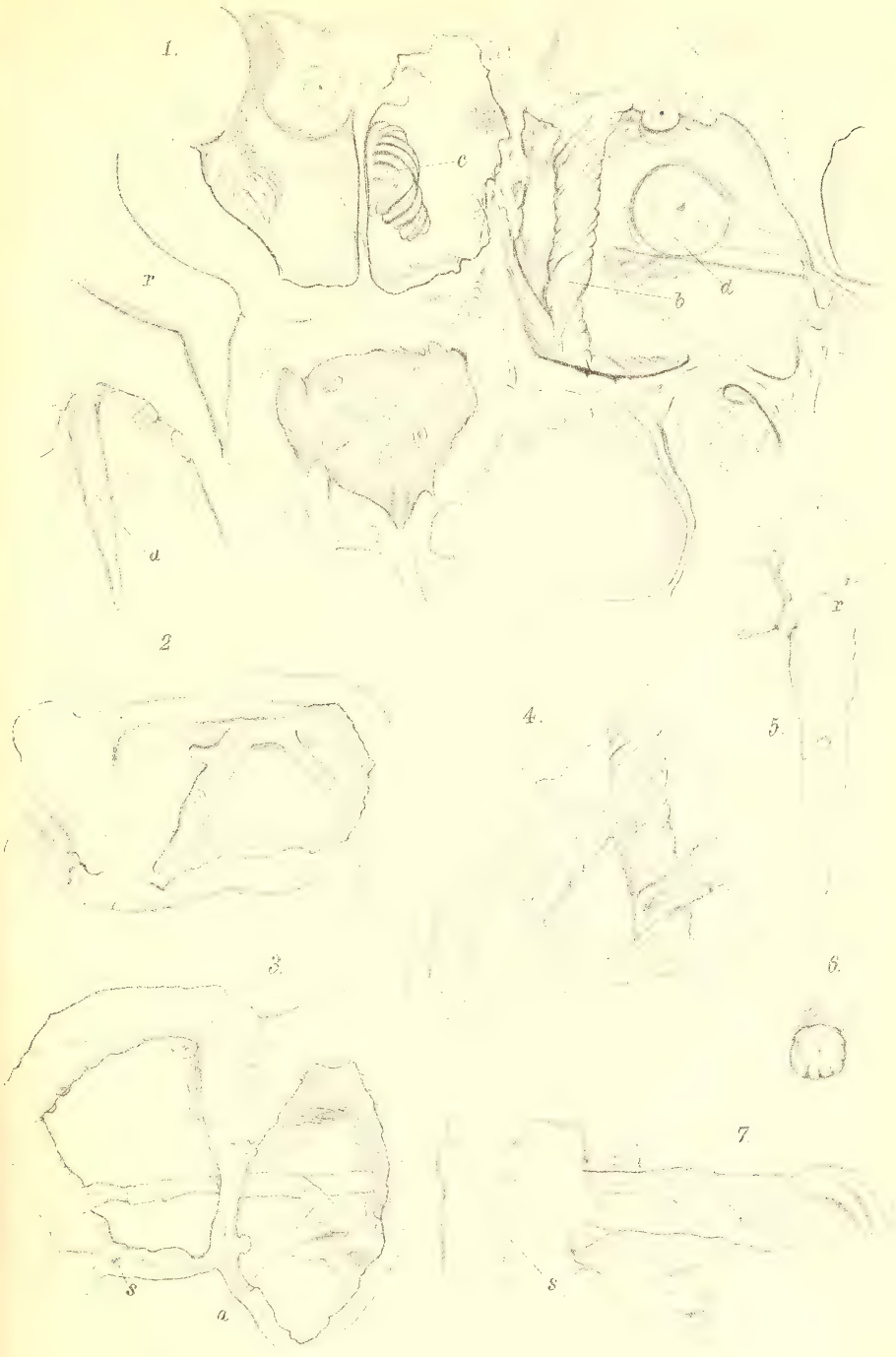
Tafel II.

Fig. 1. Membranzapfen von *B. globosa*, zentral der Länge nach fast bis zur Spitze von einem feinen Riß durchzogen. Vergr. 660.

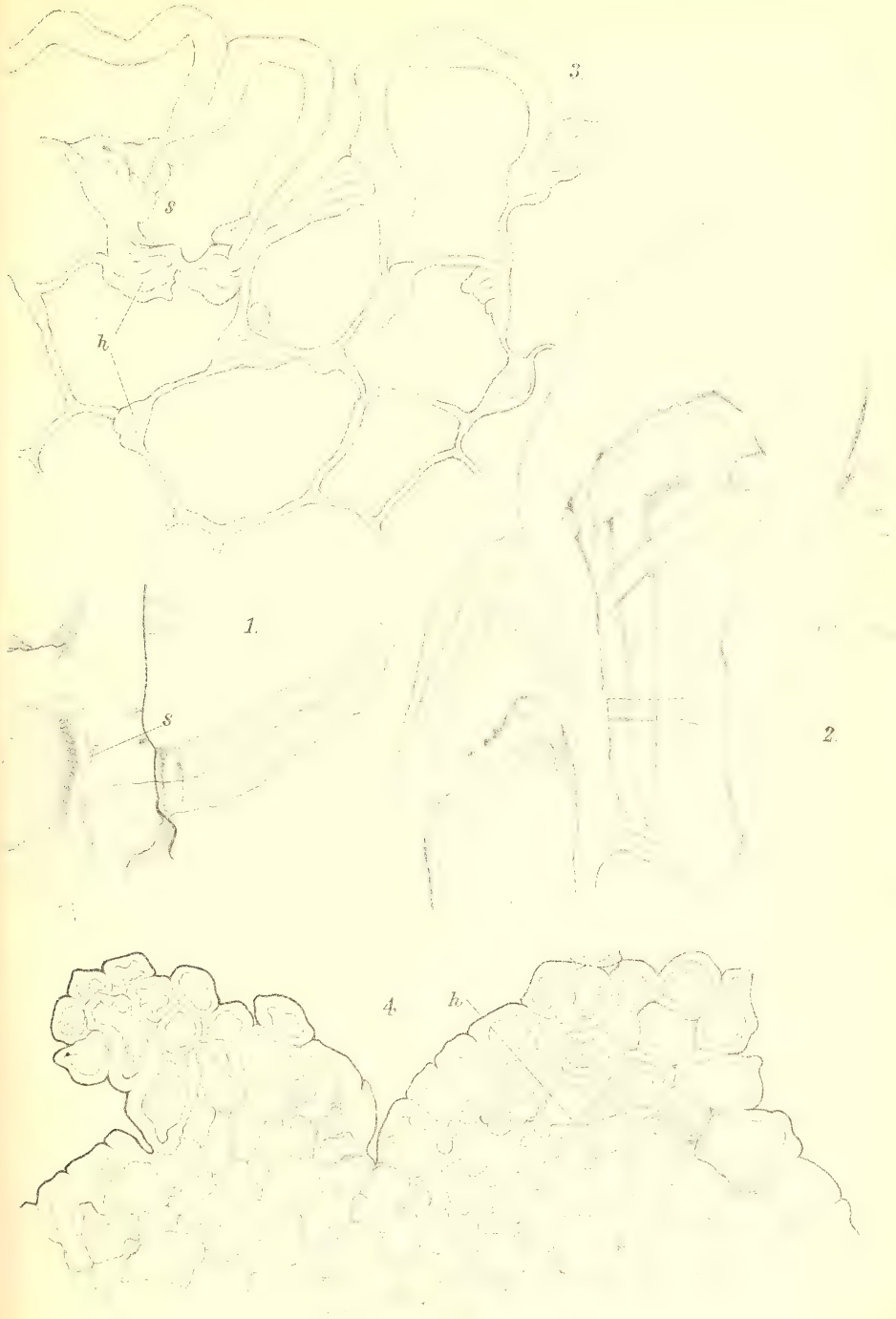
Fig. 2. (Aus der Rinde von *B. globosa*.) Die stark verdickte Außenwand der linken Rindenzelle ist deutlich geschichtet (↓). Die der rechts anstoßenden Zelle zeigt wellige Konturen, die durch einen weniger gleichmäßigen Ansatz neuer Schichten bedingt sind. Vergr. 235.

Fig. 3. Rinde eines etwa 8 *mm* langen Seitenknöllchens von *B. elongata*. Lokale Verdickungen finden sich besonders an den Ecken (*h*); *s* Sprünge in diesen Verdickungsmassen. Vergr. 235.

Fig. 4. Querschnitt durch eine sternförmige Pustel von einem $2^1/_2$ *cm* langen und $1^1/_2$ *cm* dicken Knollenstück von *B. elongata*. Vergr. 55. Das Nähere im Texte.



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Zur Kenntnis der Lichtintensitäten in großen Seehöhen

(I. Mitteilung)

von

Dr. **Maximilian Samec.**

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juni 1907.)

Anschließend an seine Studien über den Lichtgenuß der Pflanzen hat Wiesner eine Reihe von Abhandlungen über das photochemische Klima veröffentlicht.[1] Wiesner hat in diesen Arbeiten nicht nur eine Fülle pflanzenphysiologisch und klimatologisch wichtigen Tatsachenmaterials gesammelt, er hat vielmehr erst eine Methode ausgearbeitet, die es ermöglicht, umfassende Lichtmessungen in einfacher und doch genauer Weise auszuführen. Da es ihm ferner auch gelungen ist, den seinerzeit von Bunsen und Roscoe hergestellten, dann verloren gegangenen Normalton wieder genauestens herzustellen, liegt seinen Messungen die Bunsen'sche Einheit zu Grunde, wodurch sie mit den Angaben älterer Autoren vergleichbar sind.

Unter Benützung seiner Methode wurden von ihm und anderen Forschern zunächst Bestimmungen der chemischen Wirksamkeit des Gesamtlichtes (Sonne+diffuses Licht) unter den verschiedenen meteorologischen Verhältnissen, zu verschiedenen Tageszeiten und Sonnenhöhen ausgeführt; es wurde

[1] Wiesner, Photochemische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. Diese Sitzungberichte, Bd. 102, I und 104, I; Photochemisches Klima von Wien, Kairo und Buitenzorg (Java). Denkschriften d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. 64; Photochemisches Klima im arktischen Gebiete. Denkschriften d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. 67; Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas des Yellowstonegebietes.

ferner nur das aktinische diffuse Licht gemessen und aus diesen Daten die chemische Intensität der Sonnenstrahlung selbst berechnet. Solche Messungen, an vielen Orten mit verschiedener geographischer Breite ausgeführt, lieferten eine Reihe hochinteressanter Resultate, welche in den obengenannten Arbeiten veröffentlicht worden sind.

Manche der daselbst verzeichneten Tatsachen lassen einen unverkennbaren Zusammenhang mit den seinerzeit von mir veröffentlichten Ergebnissen über die Durchsichtigkeit der Luft[1] ersehen. (Es soll hier nur auf die Mittagsdepression hingewiesen werden.)

Daß die Luftdurchsichtigkeit mit der Lichtintensität in einem ursächlichen Zusammenhang steht, ist klar. Kompliziert wird diese Abhängigkeit nur dadurch, daß die Absorption in den verschiedenen Atmosphärenschichten verschieden stark ist. Im allgemeinen ist die untere Luftschichte wohl am meisten getrübt, so daß die Fernsicht, nach der man die horizontale Transparenz meist beurteilt, innerhalb dieser Schichte eine recht schlechte ist.

Ein senkrecht einfallender Lichtstrahl passiert nun diese Zone auf dem kürzesten Wege, während schräge einfallendes Licht einen größeren Wegteil in dieser Schichte zurücklegt. Es kann nun bei hohen Sonnenständen viel mehr Licht zur Erdoberfläche gelangen als bei tiefen und so kommt es, daß die Fernsicht bei zunehmender Sonnenhöhe auch bei ungeänderter Trübung als Abhängige der Beleuchtungsintensität zunimmt. Daß zumindest die chemische Intensität der Sonnenstrahlung von der Sonnenhöhe abhängt, zeigen unter anderem auch Wiesner's Beobachtungen. Wiesner fand, daß bei niederen Sonnenständen die chemische Wirksamkeit der direkten Sonnenstrahlung außerordentlich kleine Werte annimmt, mitunter sogar gegenüber der des diffusen Lichtes verschwindend klein wird. Umgekehrt hat Wiesner nachgewiesen, daß bei zunehmender Sonnenhöhe, wo also die Dicke der durchstrahlten unteren Luftschichte geringer wird, die chemische

[1] Durchsichtigkeit der Luft bei verschiedenen Witterungszuständen in Wien. Diese Sitzungsberichte, Bd. 114.

Intensität der Sonnenstrahlung im Vergleich zu der des diffusen Lichtes stark zunimmt.

Diese Zunahme müßte sich nun um so deutlicher nachweisen lassen, je geringer die Beeinflussung der direkten Lichtstrahlen durch die Atmosphäre ist, müßte namentlich auch bei zunehmender Seehöhe klar zu erkennen sein. Es wurden auf Wiesner's Anregung von Figdor[1] Lichtmessungen auf dem Sonnblick gemacht, welche jedoch fast nur bei halb bedeckter Sonne ausgeführt werden konnten. Immerhin zeigten schon diese Messungen eine große Steigerung der chemisch wirksamen Lichtintensität. Später wurden von Wiesner und Portheim Intensitätsbestimmungen an verschieden hochgelegenen Punkten des Yellowstonegebietes ausgeführt, welche neben großer Steigerung der chemischen Lichtintensität überhaupt auch die Zunahme des Quotienten: $\frac{\text{Sonnenstrahlung}}{\text{diffuses Licht}}$ klar erkennen lassen. Es finden sich ferner in der Arbeit von Elster und Geitel[2] einige Angaben über die Absorption des chemisch wirksamen Lichtes, woraus nebst der oben schon betonten absoluten Zunahme der Lichtintensität noch die verschieden starke Absorption in einzelnen Luftschichten klar wird. Die Autoren finden daselbst, daß die Menge des absorbierten Lichtes in den oberen Schichten viel größer ist als in den mittleren und unteren und führen dies darauf zurück, daß das tief in die Atmosphäre eingedrungene Licht einen großen Teil der leicht absorbierbaren Strahlen bereits verloren hat.

Angesichts dieser Tatsachen erschien es in mancher Richtung wertvoll, die Lichtverhältnisse mit steigender Seehöhe eingehender zu untersuchen und ich beschloß, einige Messungsreihen durch Ballonaufstiege zu gewinnen. Unterstützt durch das rege Interesse, welches Hofrat Wiesner meiner Arbeit entgegenbrachte — wofür ich ihm meinen wärmsten Dank ausspreche — sowie durch eine von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften bewilligte Subvention kam ich in die Lage,

---

[1] Vergl. Wiesner, Photochemisches Klima von Wien u. s. w.

[2] Beobachtungen, betreffend die Absorption des ultravioletten Sonnenlichtes in der Atmosphäre. Meteor. Z., Bd. 28.

meinen Plan auszuführen und teile nachstehend die bisher gewonnenen Resultate mit.

Arbeitsmethode.

Es war von vornherein wünschenswert, die kompendiöse Wiesner'sche Lichtmeßmethode auch bei diesen Messungen beizubehalten, was größtenteils auch möglich war. Weil aber der Ballon selbst einen großen Teil des Lichtes, namentlich das wichtige Zenithlicht abhält, mußte das Papier möglichst weit vom Korbe exponiert werden, wozu ich eine eigene einfache Apparatur zusammengestellt habe.

Auf einem 14 *cm* langen, 11 *cm* breiten Holzbrettchen brachte ich zwei der Länge nach parallel laufende Kartonstreifen von 2 *cm* Breite in einem Abstande von 4 *cm* so an, daß von dem Zwischenraum aus unter dieselben die Enden der lichtempfindlichen Papierstreifen eingeschoben werden können. Seitlich an den beiden Längskanten des Brettchens laufen zwei Holzstücke (0·8 *cm* hoch, 1 *cm* breit), welche an der Innenseite einen 0·3 *cm* tiefen Kanal führen. Zwischen diesen bewegt sich ein 0·5 *mm* starkes Stahlblech *(s)*, dessen Dimensionen so gewählt sind, daß es einerseits in den Führungsnuten glatt beweglich ist, andrerseits die halbe Länge des oben erwähnten Brettchens bedeckt. Das Profil dieser Anordnung zeigt die beiliegende Skizze.

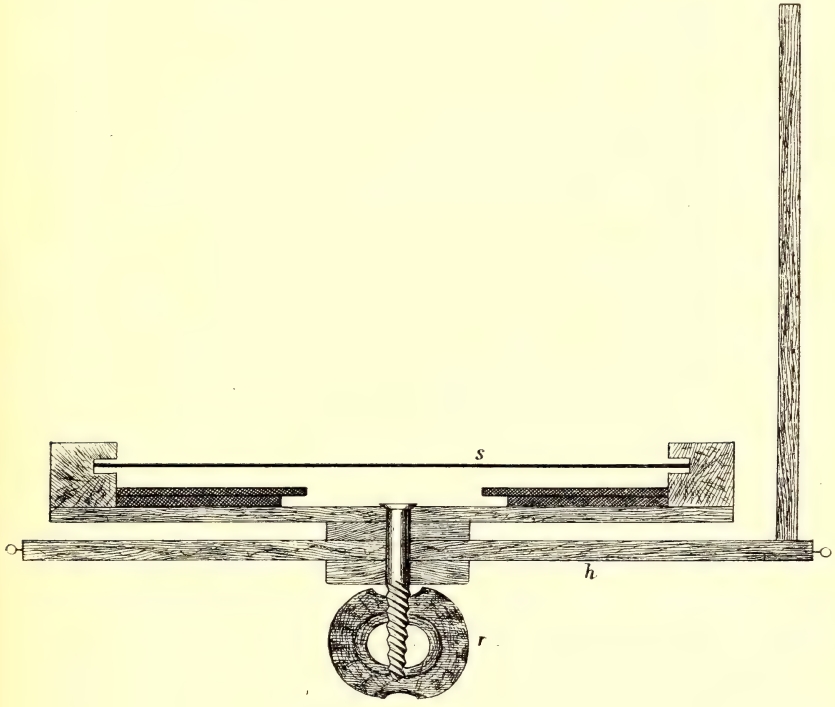
In der Mittellinie des Brettchens, 3·5 *cm* von einem Ende entfernt, ragt nach unten ein Metallzapfen, um welchen ein gleicharmiger Holzhebel *(h)* von 20 *cm* Länge, 3 *cm* Breite und 0·6 *cm* Höhe in der Horizontalebene drehbar ist. Beide Enden führen an den Außenflächen Ösen, in welchen Schnüre befestigt werden. An einem Ende des Hebels steht senkrecht ein 28 *cm* hoher, 1·5 *cm* breiter und 0·3 *cm* dicker Arm.

Alle Holzteile habe ich mit Öl imprägniert und mit Tusche matt geschwärzt.

Der ganze Apparat wurde auf einem 2·5 *m* langen Bambusrohr *(r)*, 25 *cm* von einem Ende entfernt, befestigt, so daß der Metallschieber nach oben, der Hebel gegen das Rohr zu liegen kam. Durch zwei Federn wurde der Metallschieber immer über der dem kürzeren Stockende anliegenden Seite gehalten und

konnte durch eine Schnur auf die zweite Hälfte gezogen werden.

Das Bambusrohr konnte durch entsprechend gewählte Ansätze auf 10 *m* verlängert werden, doch brauchte ich bei dem Ballon Helios des Wiener Aëroklubs nur eine Länge von 7·5 *m*, um bereits Zenithlicht in den Apparat zu bekommen.



Querschnitt durch den Insolator im ersten Drittel.

Das Rohr wurde durch mehrere teils vom Äquator des Ballons, teils vom Ringe ausgehende Schlingen in der horizontalen Lage festgehalten, während das zweite Ende auf dem Korbrande anlag. Vom Korbe selbst aus führten drei Schnüre an das Außenende des Apparates, von denen zwei an den beiden Hebelarmen, die dritte an dem Metallschieber befestigt wurden. Der ganze Apparat konnte nach zwei diametral gegenüberliegenden Richtungen ausgesteckt werden.

Um die Messung auszuführen, wurde das leere Stockende hinausgeschoben, bis der Insolator an den Ballonrand zu liegen kam. Nun wurde unter einem großen schwarzen Tuche der Schuber zurückgezogen, die betreffenden lichtempfindlichen Papiere in dem Apparat befestigt und das Metallblech zurückgleiten gelassen. Der Apparat wurde ausgesteckt, durch die Schnüre der Hebel so gestellt, daß der Schatten des Holzarmes gerade über dem Metallblech lag und dann durch Zurückziehen des Schubers das Papier exponiert. Auf diese Weise erhielt ich auf dem belichteten Papierstreifen Eindrücke des Gesamtlichtes sowie solche des diffusen Lichtes. Außerdem wurde unter Zuhilfenahme eines Handinsolators das Papier, mit der lichtempfindlichen Fläche nach unten, 50 *cm* über dem Korbrand exponiert, wodurch die Intensität des Unterlichtes bestimmt wurde.

Wie schon betont, wird bei allen derartigen Messungen nur das chemisch wirksame Licht bestimmt, während sich dabei die gelben und roten Strahlen unserer Beobachtung entziehen. Da es in vieler Hinsicht wertwoll ist, auch über diese Strahlen einen Aufschluß zu erhalten, verwendete ich zu meinen Messungen nebst dem gewöhnlichen photographischen Papier auch das vor einiger Zeit von Andresen in Berlin hergestellte Papier Rhodamin *b*. Die Empfindlichkeit dieses Papiers ist im ganzen Spektralgebiete ziemlich gleich (ein Maximum liegt in orange, ein zweites in blau-violett), so daß man bei der Exposition im weißen Lichte mehr oder weniger den Einfluß aller darin vertretenen Strahlengattungen beobachtet. Da es jedoch bisher noch nicht gelungen ist, einen diesem Papier entsprechenden Normalton herzustellen, bleiben solche Messungen nur für relative Schlüsse brauchbar. Für meine Zwecke, bei welchen es viel auf die Änderung der Lichtverhältnisse ankommt, war das Papier sehr gut zu verwenden, dies um so mehr, als es haltbar ist. Gerade aber wegen der geringen Haltbarkeit des Bunsen'schen Normalpapiers nahm ich Abstand, dasselbe als Indikator der chemischen Lichtintensität zu verwenden; an seiner Stelle nahm ich das von Wiesner auch häufig verwendete Vindobona Celloidinplatin-matt, dessen Relation zum Bunsen'schen Papier genau

festgestellt wurde. Das Normalpapier diente mir nur zur Bestimmung der Apparatkonstante, der Lichtverhältnisse im Augenblicke des Aufstieges und zum späteren Vergleich der im Ballon erhaltenen Töne.

Die zur Messung verwendeten Papierstücke hatten eine Länge von 5 *cm*, eine Breite von 1 *cm* und wurden in Aluminiumblechbüchsen verwahrt. Davon wurden gleichzeitig je ein Streifen Rhodamin *b* und Vindobona Celloidin in den Apparat gebracht und exponiert, zugleich aber im Handinsolator mit Vindobona Celloidin das Unterlicht gemessen. Dadurch wurden folgende Angaben erhalten:

1. Gesamtintensität des chemisch wirksamen Lichtes;
2. Gesamtintensität des Lichtes überhaupt (relativ);
3. Intensität der chemisch wirksamen Strahlen des diffusen Lichtes;
4. Intensität des diffusen Lichtes überhaupt (relativ);
5. Intensität des Unterlichtes.

Daraus durch Rechnung:

6. Chemische Intensität der Sonnenstrahlung;
7. Intensität der Sonnenstrahlung überhaupt.

Die einzelnen Messungen wurden im allgemeinen in den Seehöhen von 500 zu 500 *m* ausgeführt, doch mußte ich davon anfangs mit Rücksicht auf die Steigung und Rotation des Aerostaten abgehen, da sich gerade in diesen Höhen keine geeigneten Ruhepunkte ergaben.

Die so erhaltenen Töne wurden dann bei einer bekannten Lichtintensität verglichen und unter Berücksichtigung der Empfindlichkeit des Vindobonapapiers sowie der Apparatkonstante die wirklichen Intensitätswerte ermittelt. Die Ergebnisse dieser Messungen teile ich auf drei Dezimalen genau mit, doch muß bemerkt werden, daß die Fehlergrenze hier entschieden größer ist als die, welche bei Wiesner's Messungen Geltung hatte.

Aufstieg am 24. Mai 1907.

Der erste Aufstieg erfolgte am 24. Mai 1907 um $10^h\ 40^m$ m. e. früh. An diesem Tage hatte sich das am 23. Mai über Bukowina gelegene Hochdruckgebiet gleichmäßig über Mittel-

europa ausgebreitet, von Norden drang über Skandinavien ein Keil hohen Luftdruckes vor. Der Nordosten Europas hatte einen Barometerstand unter 760 *mm*, im Westen lagerte ein Minimum. Österreich selbst hatte in den westlichen Teilen bewölkten Himmel; der Osten war heiter. In Wien war der Morgen dunstig; gegen 10^h klärte sich die Luft, ohne einen bedeutenden Grad der Reinheit zu erreichen. Auf der Meteorologischen Zentralanstalt wurden während der Ballonfahrt folgende Werte der meteorologischen Elemente beobachtet:

Tabelle 1.

Gang der meteorologischen Elemente in Wien am 24. Mai 1907.

	10^h a.	11^h a.	12^h m.	1^h p.	2^h p.
Temperatur, ° C.	19·0	20·0	21·5	22·6	23·4
Barometer, *mm*	743·1	743·1	743·0	742·9	742·6
Feuchtigkeit, %	75	72	68	67	62
Bewölkung, 1 bis 10	3 Ci	—	Ci	—	Cu Ci
Windrichtung und -stärke, *km*/St.	S 8	SE 11	SE 12	SE 11	SE 13
Fernsicht, *km* E	4	—	5	—	10
Fernsicht, *km* S	4	—	5	—	5
Fernsicht, *km* W	4	—	10	—	8

Knapp vor dem Aufstiege bestimmte ich die Intensität des Gesamt- *(Ig)* sowie des diffusen Lichtes *(Id)* einerseits auf einer freien Wiese, andrerseits mit dem am Ballon montierten Apparat (und zwar mit dem Normalpapier, wobei ich auch Vindobona-Celloidin und Rhodamin *b* exponierte).

Es betrugen

im Freien	am Ballonapparat
$Ig = 1 \cdot 560$[1]	$Ig = 1 \cdot 402$
$Id = 0 \cdot 408$	$Id = 0 \cdot 366$,

[1] Im Vergleich zu den Angaben von Wiesner und Schwab erscheint dieser Wert außerordentlich hoch; immerhin aber mag beachtet werden, daß ähnliche und höhere Intensitäten hie und da von Schwab beobachtet worden sind.

woraus sich der Faktor für die Korrektur des im Ballon gemessenen *Ig* als 1·113, für *Id* als 1·116 ergibt.

Der Ballon bewegte sich zunächst in nordnordwestlicher Richtung, bog in 600 *m* Höhe östlich, überquerte die Donau und bog dann südöstlich ab. Um $11^h\ 10^m$ waren wir 1380 *m* über Aspern, $11^h\ 18^m$ in der Höhe von 1700 *m* über Groß-Enzersdorf, $11^h\ 38^m$ 2600 *m* über Orth, übersetzten nochmals die Donau und hielten nun fast genau die Richtung Wien—Budapest ein. Während der ganzen Zeit stieg der Ballon beständig und erreichte um $12^h\ 20^m$ p. die größte Höhe, 4200 *m* über Level, woselbst der Ventilzug erfolgte.

Die bei der Auffahrt beobachtete Bewölkung 2 bis 3 nahm rasch ab und es waren, ausgenommen einzelne Cirri, bis $12^h\ 10^m$ keine Wolken sichtbar. Später sammelten sich in Südwest Cumuli, welche nach der Landung in Cumuli-Nimbus übergingen. Auf der Erde lagerte eine dichte Dunstschichte, die aber kaum eine Höhe von 400 *m* erreichte. In senkrechter Richtung zur Erde war keine Trübung zu bemerken, wohl waren aber die schon unter einem Winkel von 30° sichtbaren Terrainstücke stark getrübt. Während der ganzen Zeit erschien die Sonne unbedeckt; die Temperatur war oben auf —2·6° C. gesunken.

Die Expositionszeit betrug bei Oberlicht 5 Sekunden, bei Unterlicht 10 Sekunden.

Die gewonnenen Lichttöne wurden am 26. Mai bei einer Lichtintensität von 0·030 verglichen, die Intensitäten gerechnet und aus *Ig* und *Id* die Sonnenintensität bestimmt. Die Angaben über die im Ballonapparat gemessenen Intensitäten sowie die auf Messungen im Freien korrigierten Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Außer den Werten *Ig* und *Id* ist daselbst noch *Is* verzeichnet, ferner das Verhältnis $\frac{Is}{Id}$. Bei den Messungen mit Rhodamin *b* bedeuten die Zahlen das Verhältnis der Zeit, welche das Papier bei einer konstanten Lichtquelle brauchte, um einen gegebenen Ton zu erreichen, zu jener, welche zum Auftreten des beim Aufstieg erhaltenen Tones nötig war. In die Tabelle habe ich ferner die zu den einzelnen Messungen gehörigen Sonnenhöhen (auf Grade

Tabelle 2.

Lichtintensitäten in verschiedenen Seehöhen.

Geographische Länge 34°+	3·0'	4·0'	5·4'	8·6'	17·8'	22·0'	29·6'	39·4'	47·9'
Zeit m. e.	10^h30^m	10^h45^m	11^h	11^h15^m	11^h30^m	11^h39^m	11^h50^m	12^h6^m	12^h20^m
Sonnenhöhe	58°	59°	61°	62°	62°	62°	62°	62°	61°
Seehöhe, *m*	122	450	1200	1500	2000	2500	3000	3500	4200
Bewölkung und Sonne	Ci_3, S_{3-4}	Ci_1, S_4	Ci_{0-1}, S_4	Ci_0, S_4	Ci_0, S_4	Ci_0, S_4	Ci_0, S_4	Ci_0, S_4	Ci_0, S_4
Chemische Intensität im Ballonapparat *Ig*	1·402	1·521	1·592	1·633	1·706	1·719	1·875	1·908	2·070
Chemische Intensität im Ballonapparat *Id*	0·366	0·406	0·384	0·357	0·345	0·340	0·337	0·315	0·307
Chemische Intensität im Ballonapparat *Is*	1·036	1·115	1·208	1·276	1·361	1·379	1·533	1·593	1·763
Chemische Intensität im Freien *Ig*	1·560	1·734	1·772	1·817	1·899	1·913	2·087	2·124	2·304
Chemische Intensität im Freien *Id*	0·409	0·453	0·428	0·399	0·385	0·379	0·376	0·352	0·343
Chemische Intensität im Freien *Is*	1·151	1·281	1·344	1·418	1·514	1·634	1·711	1·772	1·961
$\frac{Is}{Id}$	2·82	2·83	3·14	3·55	3·93	4·05	4·55	5·03	5·72
Chemische Intensität des Unterlichtes, *In*	0·297[1]	0·448	0·402	0·359	0·325	0·300	0·301	0·325	0·300
Intensität der langwelligen Strahlen *Ig*	1	0·923	1·538	1·538	1·538	1·538	1·594	1·603	1·635
Intensität der langwelligen Strahlen *Id*	—	1	1	1·250	1·500	1·600	1·500	1·400	1·300

[1] 4 *m* über dem Boden.

abgerundet) aufgenommen, welche ich, unterstützt von Dr. Herz, auf Grund meines Fahrtendiagrammes berechnet habe.

Ein Überblick über die Tabelle läßt erkennen, daß unsere Messungen mit den von Wiesner und Portheim im Yellowstonegebiete erhaltenen Resultaten gänzlich übereinstimmen.

Mit steigender Seehöhe nimmt auch unseren Messungen zufolge im allgemeinen die Intensität der chemischen Wirksamkeit des Gesamtlichtes zu und erreicht in 4200 *m* um $12^h\ 20^m$ bei einer Sonnenhöhe von 61° den bisher noch niemals beobachten Wert 2·304. Der höchste von Wiesner und Portheim gefundene Intensitätswert beträgt 2·083 (Old faith ful 2245 *m*). So wie die Wirksamkeit des Gesamtlichtes steigt auch die chemische Intensität der Sonnenstrahlung von 1·151 bis 1·961, während das diffuse Licht an seiner chemischen Stärke im allgemeinen abnimmt. Eine Abweichung davon macht nur die Bestimmung in 450 *m*, welche den Intensitätswert 0·453 ergab, während unten das diffuse Licht nur 0·409 der Bunsen'schen Einheit betrug. Die absoluten Werte der chemischen Intensität im diffusen Lichte nehmen von 450 *m* ab, um in 4200 *m* den Wert 0·343 zu erreichen. Die zunehmende Intensität der Sonnenstrahlung und die Abnahme des diffusen Lichtes bedingt natürlicherweise ein Steigen des Verhältnisses $\frac{Is}{Id}$, welcher Quotient den außerordentlich hohen Wert von 5·72 in 4200 *m* erreicht. Ähnlich wie das diffuse Licht nimmt die chemische Wirksamkeit des Unterlichtes bis zur Höhe 450 *m* zu, dann konstant bis 0·300 ab.

Ganz anders verhält sich das Papier Rhodamin *b*. Die Einwirkung des Gesamtlichtes zeigt in 450 *m* ihr Minimum, nimmt von da bis 1200 *m* außerordentlich stark zu (sie beträgt hier das 1·538fache des Wertes auf der Erde), bleibt aber dann bis 4200 ziemlich konstant. Auch die Einwirkung des diffusen Lichtes zeigt hier eine Zunahme bis 2000 *m*, um bei steigender Seehöhe mit kleinen Variationen langsam abzunehmen.

Mit Rücksicht auf die Messungen Elster-Geitel's war es interessant, auch die Größe der Lichtabsorption in den einzelnen Luftschichten zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurden aus

der obigen Tabelle die aufeinander folgenden Intensitätsdifferenzen gebildet und daraus die Änderung der Lichtintensität innerhalb 100 *m* gerechnet, dies sowohl für die auf dem Blau-Violett empfindlichen Papiere als auch auf dem Rhodamin *b* erhaltenen Daten.

Tabelle 3.

Zunahme des Lichtes innerhalb einzelner Luftschichten.

	Höhenschichte in Metern							
	122 bis 450	450 bis 1200	1200 bis 1500	1500 bis 2000	2000 bis 2500	2500 bis 3000	3000 bis 3500	3500 bis 4200
Zunahme Vindobona-Celloidin ..	0·119	0·071	0·041	0·073	0·014	0·174	0·037	0·180
Zunahme Rhodamin *b*	–0·077	0 615	0	0	0	0·011	0·009	0·032
Vindobona-Celloidin $\frac{dI}{100}$	0·036	0·009	0·014	0·015	0·003	0·035	0·007	0·036
Rhodamin *b* $\frac{dI}{100}$	—	0·082	0	0	0	0·002	0·002	0·006

Die daraus sich ergebende Zusammenstellung läßt aber eine bestimmte Verteilung der Absorptionskoeffizienten in bestimmten Höhenschichten nicht erkennen.

Wenn wir die mitgeteilten Resultate zusammenfassen, so ergeben sich folgende, größtenteils schon von Wiesner beobachtete Tatsachen:

1. Mit steigender Seehöhe nimmt die chemische Intensität des Gesamtlichtes sowie die der direkten Sonnenstrahlung zu.

2. Unter gleichen Bedingungen nimmt die Wirksamkeit des diffusen Lichtes ab.

3. Der Wert des Quotienten $\frac{Is}{Id}$ steigt.

4. Das Unterlicht nimmt zuerst zu, dann ab.

5. Die Intensität der langwelligen Strahlen (gemessen mit Rhodamin *b*) nimmt bei zunehmender Seehöhe anfangs sehr rasch zu, um dann fast konstant zu bleiben.

Es erscheint geboten, die heute mitgeteilten Ergebnisse durch weitere Messungen zu ergänzen und ich hoffe, durch die folgenden Aufstiege das bisher gebotene Tatsachenmaterial zu kontrollieren, andrerseits aber durch Vordringen in noch größere Seehöhen entsprechend zu erweitern.

Zur Morphologie der Hoffmannia robusta (Hort.)

von

Dr. **Rudolf Wagner.**

(Mit 8 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juni 1907.)

Seit einer Reihe von Jahren wird in den Warmhäusern der Wiener Gärten eine krautige Rubiacee unter dem Namen *Campylobotrys robusta* Hort. häufig kultiviert, die in die nächste Verwandtschaft der nach den Angaben Hemsley's von Liebmann in Südmexiko gesammelten *Hoffmannia refulgens* (Hook. fil.) Hemsl. gehört;[1] der auffallendste Unterschied besteht in dem Fehlen der bei letztgenannter Art vorhandenen Stipulargebilde zwischen den Kelchzähnen, wie sie Hooker fil. bei der von ihm als *Higginsia refulgens* bezeichneten Pflanze abbildet.[2] Eine dritte, aber durch Kelchbildung und Blattgestalt mehr abweichende Pflanze ist die halbstrauchige *H. discolor* (Hook.) Hemsl., die von Galeotti in der Provinz Oaxaca gesammelt worden war;[3] etwas abweichender ist *H. regalis* (Linden) Hemsl., deren Heimat nicht sicher feststeht, nach

---

[1] Diese gleichfalls krautige Art wurde Ende der Fünfziger- oder anfangs der Sechzigerjahre eingeführt und war zunächst unter dem Namen *Campylobotrys refulgens* in Kultur.

[2] Curtis' Botanical Magazine, tab. 5346 (1. November 1862).

[3] Auf diese Art gründete Lemaire seine Gattung *Campylobotrys* in Flore des Serres. Sér. I, Vol. III, sub tab. 260 (1847). Abbildungen l. c., Vol. V (1849), tab. 427, ferner Jard. Fleur., Vol. I, tab. 42 und Curtis' Botanical Magazine, tab. 4530 (1850); ausgegeben wurde die Pflanze von Galeotti sub Nr. 2680.

Hemsley aber wohl in Mexiko zu suchen ist;[1] auch diese Art wurde anfangs der Sechzigerjahre importiert, doch ist mir nicht bekannt, ob sie sich irgendwo gehalten hat. Eine etwas ferner stehende aufrechte, strauchige oder halbstrauchige Art wird ihrer schön gefleckten Blätter wegen oft gezogen: es ist das die *H. Ghiesbreghtii* (Hook. fil.) Hemsl., deren Heimat nach Hemsley Südmexiko ist.[2] Alle diese Arten waren zuerst unter dem von Lemaire aufgestellten Gattungsnamen *Campylobotrys* bekannt, wurden dann auf Grund der Ausführungen Planchon's[3] zu *Higginsia* Pers. gezogen. Auch Bentham und Hooker fil. verwerfen sie[4] 1873: »a *Hoffmannia* non differt nisi cymis secundifloris«, und die späteren Autoren, wie Baillon[5] und K. Schumann[6] folgen diesem Vorgange.[7] Der erste, der die genannten Arten ausdrücklich als Hoffmannien bezeichnete, war Hemsley.[8]

In morphologischer Beziehung bietet die Gattung *Hoffmannia* Sw., die auf einen in Jamaika vorkommenden Strauch, *H. pedunculata* Sw., 1788 gegründet wurde, so manches Interessante; doch versagt, wie so häufig, das Material; von den 13 Arten, die Hemsley allein aus Zentralamerika aufzählt, sind wohl nur die beiden genannten in Kultur, von den übrigen, die in geringerer Anzahl sich im nördlichen Südamerika bis nach Peru und Brasilien finden, bieten die Herbarien nur spärliche Proben, die eine eingehendere Untersuchung ausschließen. Eine

---

[1] Wohl etwa um dieselbe Zeit eingeführt wie *H. refulgens* von Hooker fil., in Curtis' Botanical Magazine, tab. 5280 (1. November 1861), unter dem Namen *Higginsia regalis* Hook. fil. abgebildet; cfr. Hemsley in Biologia Centrali-Americana, Vol. II, p. 37 (1881).

[2] Abbildung in Curtis' Botanical Magazine, tab. 5383 (1. Juni 1863), unter dem Namen *Higginsia Gheisbechtii* Hook.; der Artname beruht auf einem Irrtum.

[3] In Flore des Serres, Vol. V (1849), 482 *D*: Sur l'identité des genres *Campylobotrys* et *Higginsia*; cfr. Halper's Ann. Bot. Syst., V, 2, p. 792.

[4] Genera plantarum, Vol. II, p. 76.

[5] Hist. plant., Vol. VII, p. 446 sq. (1879).

[6] In Engler und Prantl, Nat. Pflanzenfam., IV, 4, p. 86 (1891).

[7] Außer der erwähnten Gattung *Higginsia* Pers. (*Ohigginsia* R. et P.) werden noch *Euosmia* H., B. et K., *Xerococcus* Oerst. und *Ophryococcus* Oerst. mit *Hoffmannia* vereinigt.

[8] Biologia Centrali-Americana, p. 36 sq. (1881).

ausführliche und einigermaßen erschöpfende Darstellung der morphologischen Verhältnisse der einzigen, mir in mehreren Exemplaren zur Verfügung stehenden Art, der *H. robusta* (Lem.) Hemsl., zu geben, bin ich nicht in der Lage, muß mich vielmehr darauf beschränken, einige Eigentümlichkeiten zu beschreiben, wozu ein vielleicht als teratologisch zu betrachtendes Vorkommnis den Anstoß gegeben hat. Das Material verdanke ich dem liebenswürdigen Entgegenkommen der Herren Anton Umlaufft, k. u. k. Hofgärtendirektor, und August Vogel, k. u. k. Hofgarteninspektor in Schönbrunn; außerdem bin ich den Herren Prof. Dr. R. v. Wettstein und Kustos Dr. Zahlbruckner für die Möglichkeit, die Sammlungen zu benützen, zu Dank verpflichtet.

Wie gewöhnlich beschränkt sich die Literatur auf vage und ungenaue Angaben; so geben Bentham und Hooker fil. l. c. an: »Flores parvi in cymas axillares paucifloras interdum unilaterales pedunculatas v. subsessiles dispositi, ebracteolati, albi, flavi v. rubri«, und bezüglich der unserer Art so nahe stehenden *H. discolor* schreibt John Smith in Curtis' Botanical Magazine, tab. 4530: »Pedunculi solitarii, axillares, rubri. Flores racemosi, secundi, racemis circinnatis, pedicellis brevissimis«. Wir werden später auf einen Teil dieser Angaben zurückzukommen haben.

Über die Achsenverhältnisse der *H. robusta* kann ich nur so viel angeben, daß bei den in Kultur beobachteten Exemplaren wie auch bei mexikanischen Originalien die Blüten Seitenachsen beschließen; doch scheint es mir nicht ganz ausgeschlossen, und zwar aus Gründen, die aus der folgenden Darstellung hervorgehen werden, daß die nächst niedrigere Achse, also vermutlich die erste, durch eine Infloreszenz cymösen Charakters abgeschlossen sein kann. Keimpflanzen habe ich keine gesehen, die Vermehrung erfolgt jetzt, wie es scheint, ausschließlich durch Stecklinge, die eine mehr oder minder ausgeprägte Anisophyllie zeigen. In den Achseln der Blattpaare findet man Sprosse, die durch ein Wickelsympodium abgeschlossen werden. Man sollte nun erwarten, daß sich dieses aus der Achsel eines der beiden Vorblätter entwickelt, das ist indessen bei allen zur Beobachtung gelangten Inflore-

Fig. 1. *Hoffmannia robusta* (Hort.).
Blütenstand, Größe zirka 55 *cm*.
Näheres im Texte.

szenzen nicht der Fall, normaliter wenigstens finde ich die Vorblätter stets steril und in Gestalt kleiner Laubblätter ausgebildet, die ein nur wenige Millimeter messendes Hypopodium abschließen. Am häufigsten findet man einige Zentimeter höher ein drittes nicht mehr als Laubblatt, sondern als schmallineale Braktee ausgebildetes Blatt, dessen Achselprodukt hoch hinaut mit der durch Terminalblüte abgeschlossenen Achse verwachsen ist, ein Fall von Konkauleszenz, wie er in der Familie nicht ganz isoliert dasteht; derartige Vorkommnisse sind schon von den Gattungen *Chomelia* und *Faramea* bekannt, auch in den sparrigen dekussierten Pleiochasien der *Machaonia floribunda* Greenm., einem Strauche, den C. G. Pringle bei Tampico im mexikanischen Staate Tamaulipas entdeckt hat (Plantae Mexicanae, Nr. 6641), ist dergleichen, wenn schon nicht in so hohem Maße, zu beobachten. Das erwähnte Achselprodukt, also vermutlich eine Achse dritter Ordnung, trägt stets nur ein einziges Vorblatt, das, um

bezüglich der morphologischen Bewertung keinerlei Präjudiz zu schaffen, mit a bezeichnet sein mag. Überraschend ist die Orientierung des dritten Blattes; im Sinne der so verbreiteten Exotrophie sollte man erwarten, daß es median nach vorn fällt; das trifft wohl bisweilen zu, allein die Mehrzahl der Fälle zeigt die umgekehrte Orientierung. Wie die Abbildung 1 zeigt, in der die konsekutiven Sproßgenerationen abwechselnd dunkel und hell gehalten sind, ändern sich die Verwachsungsverhältnisse; zunächst tritt keine Konkauleszenz mehr in die Erscheinung, womit der Übergang zu der scharf ausgeprägten Rekauleszenz gegeben ist, wie aus einem der unten zu besprechenden Beispiele noch deutlicher hervorgehen wird. Der in Fig. 1 abgebildete Fall ist vollkommen symmetrisch zu dem im Diagramm Fig. 2 dargestellten, wo das Primanvorblatt nach links fällt. Es mag bemerkt sein, daß ich an dieser Stelle auf die Besprechung der Blütenmorphologie verzichte, da nach dieser Richtung gewisser Schwierigkeiten wegen noch Vorstudien anderer Art zu machen sind; ich beschränke mich auf die Angabe, daß entsprechend den Literaturangaben sämtliche untersuchten Blüten tetramer waren.

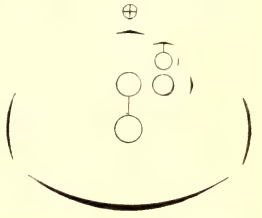


Fig. 2. *Hoffmannia robusta* (Hort.). Diagramm eines Blütenstandes. Näheres im Texte.

In anderen Fällen stehen an der Basis der blütentragenden Sprosse zwei durch ein ganz kurzes Internodium getrennte kleine Laubblattpaare und erst aus der Achsel eines transversal stehenden Hochblattes entwickelt sich der Cincinnus; ein derartiger Fall ist in Fig. 3 diagrammatisch dargestellt; die Orientierung des Wickelsympodiums bietet nichts Besonderes. Seltener findet man drei nur durch kurze Internodien getrennte Blattpaare, die sämtlich keine Achselprodukte zur Entwicklung bringen, und erst aus der Achsel eines siebenten als Hochblatt ausgebildeten Blattes entspringt eine Blüte, womit die Bildung eines Wickelsympodiums eingeleitet ist. Ein derartiges Vorkommnis ist in Fig. 4 dargestellt; nach den obigen Darlegungen wird die Orientierung des Wickelsympodiums nicht mehr befremden.

In der großen Mehrzahl der Fälle findet man stets nur ein einziges Wickelsympodium, während die *H. Ghiesbreghtii* (Lem.) Hemsl., soweit meine an einem allerdings sehr spärlichen Material vor längerer Zeit gemachten Beobachtungen reichen, aus den Achseln der Vorblätter ebenfalls Infloreszenzen entwickelt. In einem Falle fanden sich nun Doppelwickeln vor, es war nämlich außer dem mehrfach erwähnten dritten Blatte noch ein viertes entwickelt, und zwar etwas höher inseriert; im übrigen mag auf die Fig. 5 verwiesen sein, deren Bezeichnungen sich an meine letzten Publikationen anschließen

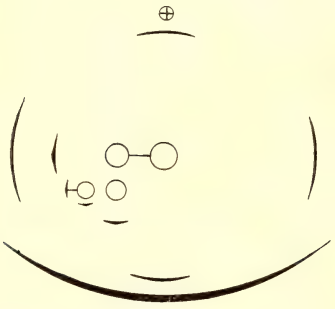


Fig. 3. *Hoffmannia robusta* (Hort.). Diagramm eines Blütenstandes. Näheres im Texte.

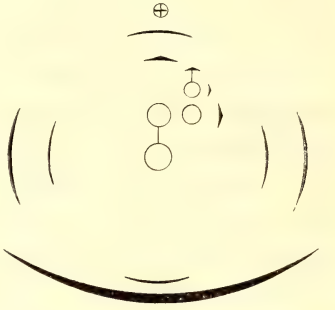


Fig. 4. *Hoffmannia robusta* (Hort.). Diagramm eines Blütenstandes. Näheres im Texte.

und wohl einer weiteren Erklärung nicht bedürfen. Deutlich tritt hier der allmähliche Übergang von der scharf ausgeprägten Konkauleszenz zu der später nicht minder betonten Rekauleszenz hervor; im Diagramm Fig. 6 sind die Verwachsungen in gewohnter Weise durch Striche angedeutet.

Es frägt sich nun, ob man dieses Vorkommnis einfach als Lusus naturae abtun und zu der großen Anzahl teratologischer Vorkommnisse rechnen will, denen jede weitere Bedeutung abzusprechen ist, oder ob man darin eine Rückschlagsbildung sehen darf. Zur Beurteilung dieser Frage wäre es natürlich von erheblichem Werte, die übrigen Arten der Gattung in ihren morphologischen Eigentümlichkeiten zu studieren, das wird aber bei der Unzulänglichkeit der Materialien noch auf lange Jahre hinaus ein pium desiderium bleiben. Soweit die

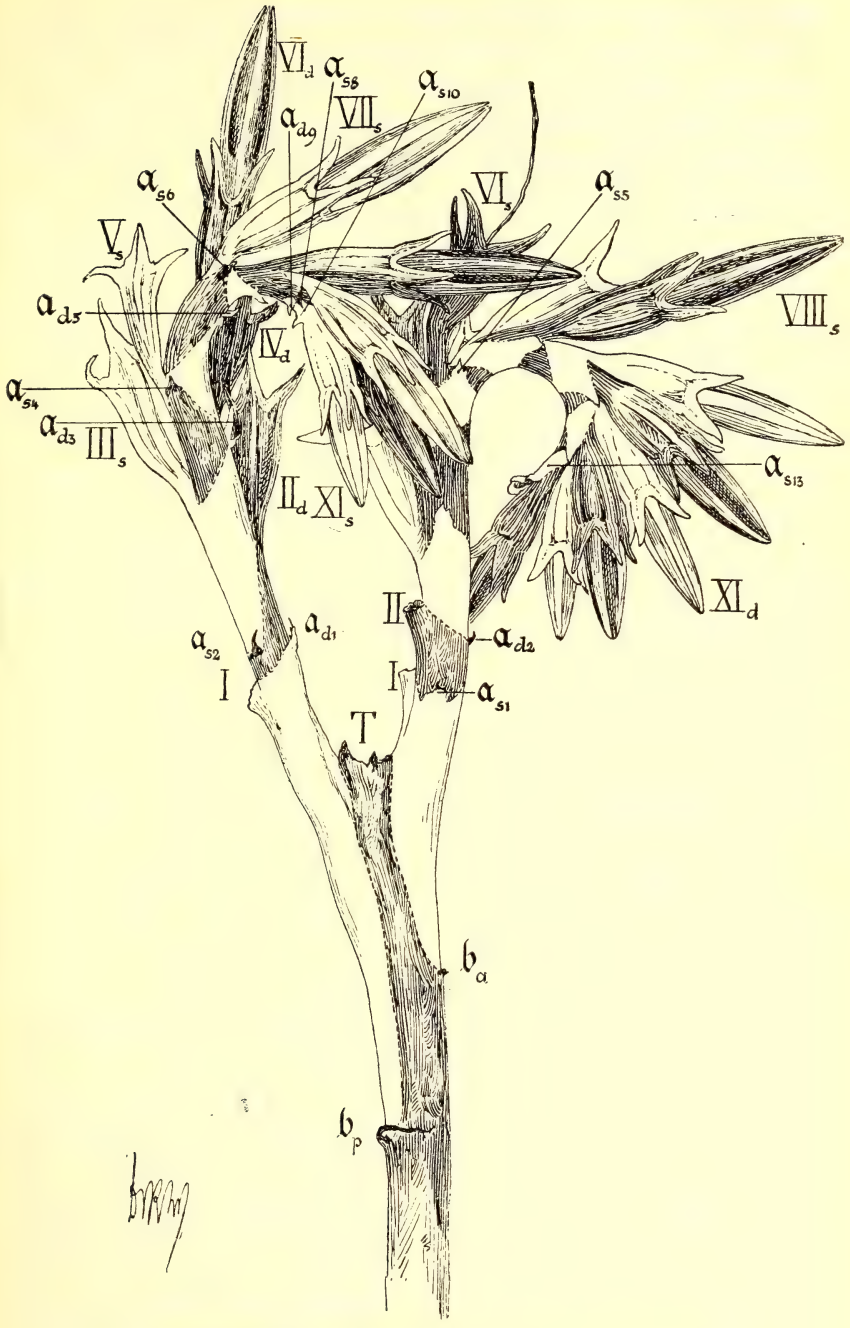


Fig. 5. *Hoffmannia robusta* (Hort.). Doppelwickel. Näheres im Text.

Herbarexemplare und Beschreibungen ein Urteil erlauben, sind die Blütenstände der übrigen Arten — wenigstens soweit sie nicht zu *Campylobotrys* gezogen wurden — Pleiochasien, wohl meist mit Wickelausgängen, wie sie auch in mehreren Gattungen vorkommen, die man mit *Hoffmannia* als verwandt

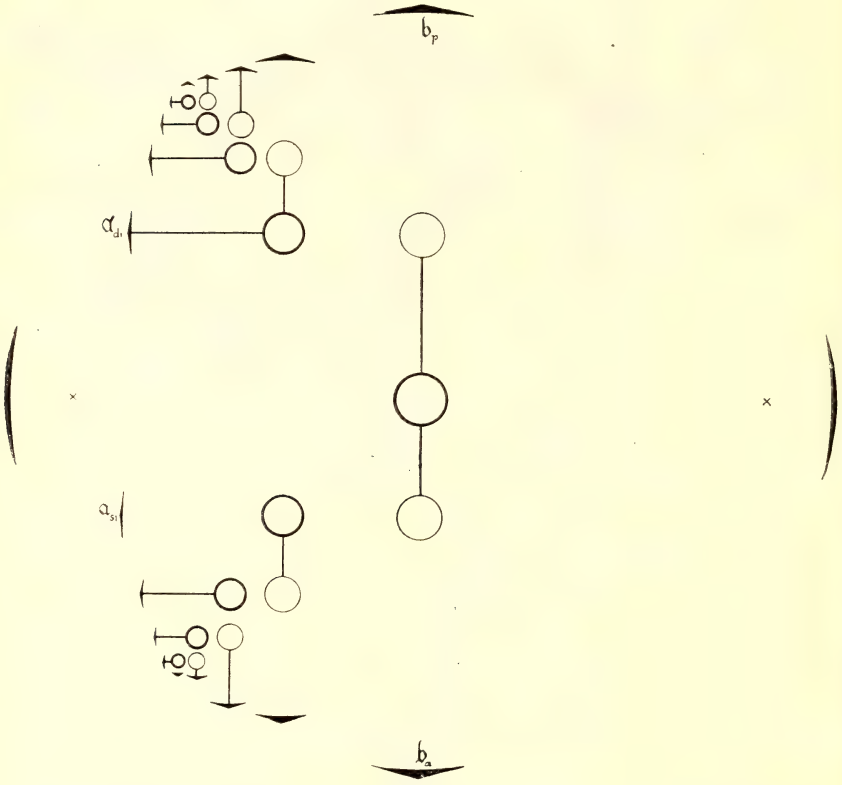


Fig. 6. *Hoffmannia robusta* (Hort.). Diagramm zu dem in Fig. 5 abgebildeten Falle. Näheres im Text.

ansieht. Bentham und Hooker fil. haben die Tribus der Hamelieen aufgestellt, benannt nach der Gattung *Hamelia* Jacq.; außer dieser und unserer Gattung gehören dahin noch *Bertiera* Aubl., dann die tropisch-afrikanische Gattung *Heinsia* DC., ferner *Gouldia* A. Gr. von den Sandwichinseln und die monotypische, in Guyana und Nordbrasilien vorkommende Gattung *Bothriospora* Hook. fil. Bei allen diesen Gattungen

(ob auch bei *Heinsia*, ist mir fraglich) findet man Pleiochasien, so besitzt *Bothriospora corymbosa* (Bth.) Hook. fil.[1] Pleiochasien, die entweder aus dekussierter Blattstellung oder aus dreiblättrigen Quirlen hervorgehen; ob die Partialinfloreszenzen schließlich in Doppelwickeln ausgehen, müßte erst näher untersucht werden. Bei der in Brasilien weit verbreiteten *Hamelia patens* Jacq. haben wir lockere Pleiochasien mit starker Übergipfelung der Terminalblüte; die öfters in dreizähligen, nahe unter der Terminalblüte entspringenden Partialinfloreszenzen erster Ordnung stellen teils Doppelwickeln, teils einfache dar; innerhalb dieser scheinen Verwachsungen gänzlich zu fehlen. Andere Hamelien, wie *H. ventricosa* Sw.[2] und *H. xorullensis* H., B. et K.[3] haben ebenfalls terminale Pleiochasien, deren Partialinfloreszenzen erster Ordnung teils Doppelwickeln, teils einfache darstellen. *Gouldia axillaris* Wawra,[4] von der mir Originalexemplare vorliegen, hat wenig paarige Pleiochasien, deren Partialinfloreszenzen nicht bis über die Quartanblüte hinaus verzweigt zu sein scheinen. Verwachsungen habe ich hier keine beobachtet, auch keine Übergipfelungen. Bei *Gouldia Sandwicensis* Gray f. *terminalis* Gray von Oahu[5] finden sich sparrige Pleiochasien, von denen das nämliche gilt; indessen ist hier eine wenn auch schwach ausgeprägte progressive Rekauleszenz zu konstatieren; das nämliche gilt von der f. *suffruticosa* Wawra, die gleichfalls auf Oahu gesammelt ist.[6]

Blütenstände von sehr verschiedenem Habitus finden wir in der weit verbreiteten Gattung *Bertiera* Aubl., doch scheint es, daß sie sich alle auf den nämlichen Typus zurückführen lassen. Eine der am längsten bekannten Arten, die schon 1775

[1] R. Spruce, Nr. 1590: Ad oram meridionalem flum. Amazonum ad ostium fluminis Solimoes (Juni 1851). Eine Abbildung der Art findet sich in Hooker's Icones plantarum, tab. 1069.

[2] R. Zimmermann, Plantae Siamenses, Nr. 76, bei Bangkok gesammelt.

[3] Leg. Hancke, Nr. 49.

[4] Erdumsegelung S. M. Fregatte »Donau«, 1868 bis 1871, Maui, leg. Wawra, Nr. 1849. Herb. Mus. Pal.

[5] Erdumsegelung S. M. Fregatte »Donau«, 1868 bis 1871, Wawra, Nr. 2518.

[6] Wawra, Nr. 1796.

den Plantae Guyanenses, vol. III, tab. 69, abgebildete *B. guyanensis* Aubl.,[1] hat Pleiochasien, die in häufig beobachteter Weise akropetal verarmen; eine Partialinfloreszenz erster Ordnung, und zwar eine der untersten, ist auf Grund eines von Hostmann und Kappler ausgegebenen Exemplars in Fig. 7 dargestellt.[2] Aus dem verschiedenen Verhalten der Primanvorblätter ist man wohl zu deren Bestimmung berechtigt, das nach links fallende ist demnach das α-Vorblatt. Im übrigen läßt sich in der Figur die progressive Rekauleszenz deutlich verfolgen. Es mag noch bemerkt sein, daß die Partialinfloreszenzen erster Ordnung wie so häufig in der Familie zunächst dekussiert, dann aber spiralig angeordnet sind.

Während bei der *B. guyanensis* Aubl. noch die Tertianvorblätter fertil sind, und zwar sowohl α- wie β-Vorblatt, finden wir abgeleitetere Verhältnisse bei *B. spicata* (Gaertn.) K. Schum. In den spannenlangen Rispen zeigen die Partialinfloreszenzen erster Ordnung die nämliche Anordnung wie bei der vorigen Art, aber die weitere Verzweigung ist eine andere: nur noch beide Primanvorblätter sind fertil, dann tritt Sterilität des α-Vorblattes ein, die Partialinfloreszenzen stellen also zunächst Doppelwickeln dar, die bis zur Quartan-, vielleicht auch zur Quintanblüte entwickelt sind. Auffallend ist hier der Sprung zwischen der weiter nicht komplizierten Axillarität der Primanblüte und der weitgehenden Verwachsung der Primanvorblätter.

Wir finden somit in der kleinen Tribus der Hamelieen sehr verschieden entwickelte Infloreszenzen, die sich alle vom Pleiochasium ableiten lassen; und unter diesen gehören die einfachen Wickelsympodien der *Hoffmannia robusta* zu den abgeleitetsten; abgesehen von der ganz ungewöhnlichen Form des einfachen terminalen Wickelsympodiums ist es vor allem die gänzliche Unterdrückung eines Vorblattes und dann die Verwachsungen mit ihrem Übergang von ausgesprochener

[1] Cfr. A. Pulle, An enumeration of the vascular plants known from Surinam. Leiden 1906, p. 442.

[2] Plantae Surinamensis, Edid. R. F. Hohenacker n. 1202.

[3] Die Abbildung K. Schumann's in den Nat. Pflanzenfam., IV, 4, p. 85, fig. 30 *H*, beruht auf zu flüchtiger Beobachtung.

Fig. 7. *Bertiera guyanensis* Aubl. Partialinfloreszenz erster Ordnung. Größte Ausdehnung des dargestellten Objektes 27 *cm*. Näheres im Texte.

Konkauleszenz zu ebenso prononzierter Rekauleszenz; ferner die eigentümliche Auflösung des Quirls oder eigentlich Halbquirls, aus dem die Sympodienbildung erfolgt, außerdem die Sterilität der Vorblätter und weiteren als Laubblätter aus-

Fig. 8. *Bertiera spicata* (Gaertn.) K. Schum. Partialinfloreszenz erster Ordnung. Länge 17 *mm*. Näheres im Texte.

gebildeten Phyllome an den blütentragenden Sprossen; wahrscheinlich gehört auch die Tetramerie in pentamerem Verwandtschaftskreis noch hieher, doch ist diese Frage noch nichts weniger als spruchreif, außerdem von viel zu weittragender Bedeutung, um so ohneweiters als Basis für Spekulationen

genommen werden zu dürfen.[1] Nach allen Vorstellungen, die wir uns bisher über die Veränderungen der Infloreszenzen im Laufe der phylogenetischen Entwicklung machen konnten, haben wir in dem abgebildeten Auftreten der Doppelwickeln einen atavistischen Zug zu erblicken; ich wähle diesen Ausdruck und spreche nicht direkt von Atavismus, weil kaum anzunehmen ist, daß die Vorfahren unserer Art gerade Infloreszenzen in Form median orientierter Doppelwickeln gehabt hätten; da mir eine solche Infloreszenzform im ganzen Pflanzenreich nirgends vorgekommen ist, scheint größte Vorsicht geboten.[2] Wenn man einen Schluß auf das Verhalten der Vorfahren für zulässig hält, so kann es meines Erachtens nur der sein, daß Pleiochasien entwickelt wurden, deren Partialinfloreszenzen erster Ordnung den Charakter von einfachen Wickelsympodien annahmen; wann die einzelnen Merkmale aufgetreten sind, das zu beurteilen fehlt uns zur Zeit noch die Basis.

---

[1] Vielleicht wirft auf diese Punkte die bereits eingeleitete Untersuchung der Gattung *Pentas* Bth., die sich durch ihre Pentamerie in tetramerem Verwandtschaftskreise auszeichnet, einiges Licht.

[2] Transversale Doppelwickeln, deren Partialinfloreszenzen erster Ordnung sich aus den Vorblättern entwickeln, finden sich auffallend schön bei den beiden Arten der Gattung *Laugeria* Vahl, so bei *L. densiflora* Bth. et Hk. fil., die unter dem Namen *Stenostomum densiflorum* Wr. von Wright in den Plant. Cub. sub Nr. 2713 ausgegeben wurde; das nämliche gilt von *Laugeria resinosa* Vahl (Sintenis, Plantae Portoric., Nr. 5846).

Zur Morphologie des Peltiphyllum peltatum (Torr.) Engl.

von

Dr. **Rudolf Wagner.**

(Mit 9 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. Juni 1907.)

In der kalifornischen Sierra Nevada fand Hartweg in den Fünfzigerjahren »ad margines rivulorum in montibus Sacramento« eine habituell sehr auffallende Staude mit schildförmigen Blättern auf 2 bis 3 Fuß langem Stiel und blaßrosa Blüten, die zu doldenförmigen oder rispigen Blütenständen vereinigt sind und vor den Blättern zur Entfaltung gelangen. Torrey erkannte die Zugehörigkeit zu den Saxifrageen[1] und gab der Pflanze den Namen *Saxifraga peltata;* eine Beschreibung wurde aber erst durch Bentham veröffentlicht,[2] der dazu unter anderem bemerkt: »Species ab omnibus mihi notis distinctissima, characteres floris omnino Saxifragae.« Später befaßte sich Engler mit der Art,[3] die für ihn den Repräsentanten einer eigenen, als *Peltiphyllum* bezeichneten Sektion darstellt: »eine sehr auffallende, mit keiner anderen Art verwandte Pflanze«. In den »Natürlichen Pflanzenfamilien« wird *Peltiphyllum* als eigene Gattung aufgefaßt,[4] die sich, abgesehen von blütenmorphologischen Charakteren, auch anatomisch charakterisiert, nämlich durch das Fehlen der den Arten der Gattung *Saxifraga* eigenen, die Gesamtheit der Gefäßbündel umschließenden Endodermis und durch das Vorkommen markständiger Bündel.

---

1 Bot. U. States Exploring Exped., Pl. V.

2 Plantae Hartwegianae, p. 311 (1857).

3 Monographie der Gattung *Saxifraga* L., p. 108 (1872).

4 Vol. III, 2a, p. 49 (Nov. 1890).

Außer der erwähnten Abbildung Torrey's hat Hooker fil. ein Bild dieser Staude veröffentlicht.[1] Der in diesen Tagen 90 Jahre zählende Nestor der Botaniker bemerkt dazu folgendes: »Variable as the foliage of the Saxifrages is, the present is the only one known in which that organ is completly peltate, and like many other peltate-leaved marsh and water-loving plants, this is stated to be found on the margins of streams and in the water itself. I have seen indigenous specimens gathered in the Sacramento Mountains by Hartweg, who discovered the species; in the Mendreino county,[2] California, by Prof. Bolander, of San Francisco; and others collected by Lobb without a locality.«

In den folgenden Zeilen soll nicht die Morphologie der nach verschiedenen Richtungen recht polymorphen Blüten behandelt werden, ebensowenig der Aufbau des Rhizoms, sondern lediglich der des Blütenstandes, über den nur sehr dürftige, dafür aber zum Teil unrichtige Daten publiziert sind. Bentham[3] bemerkt darüber: »Cyma floribunda... ebracteata more *S. cordifoliae* ramosa,« Engler[4] spricht von einem dicht trugdoldigen Blütenstand ohne Vorblätter. In der Abbildung Torrey's ist in einer Gabelung der abgeschnitten gezeichneten Partialinfloreszenz vermutlich erster Ordnung die Spitze einer Brakteole zu sehen.

Eine genauere Untersuchung des cymösen Blütenstandes, der ein Pleiochasium darstellt, ergibt das Vorhandensein sehr zahlreicher Trag- und Vorblätter, die allerdings sehr kleine, pfriemenförmige Spitzen darstellen, die im Indument um so leichter übersehen werden, als sie die Länge von 2 *mm* nur selten überschreiten, meistens sogar beträchtlich darunter bleiben, in vielen Fällen so frühzeitig verkümmern, daß sie an dem ausgewachsenen Blütenstande nicht mehr nachweisbar sind und — last not least — an Stellen stehen, wo man sie nach Maßgabe der ansonsten bei den Saxifragaceen gewohnten

---

[1] Curtis' Botanical Magazine, tab. 6074 (1. Jänner 1874).

[2] Soll wohl Mendocino county heißen.

[3] L. c., p. 311.

[4] L. c., p. 61.

Verhältnisse eben nicht sucht. Es finden hier nämlich Verwachsungen im Sinne der progressiven Rekauleszenz in Komplikationen statt, wie sie überhaupt noch von keiner anderen Pflanze bekannt sind.

I.

In Fig. 1 ist das obere Ende einer Rispe dargestellt, bei der 14 Partialinfloreszenzen erster Ordnung zur Entwicklung

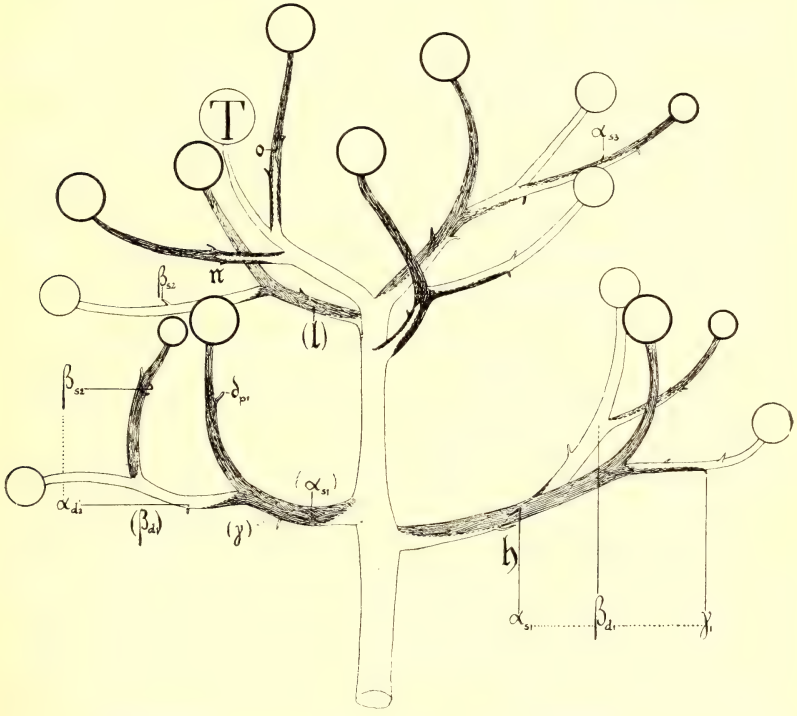


Fig. 1. *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl. Oberer Teil eines Pleiochasiums in halbschematischer Darstellung. Näheres im Texte.

gelangt waren; entsprechend mögen die Tragblätter mit a, b, c u. s. w. bis o bezeichnet sein. In Fig. 1 sind nur einzelne bezeichnet, l ist eingeklammert, um dadurch anzudeuten, daß es durch sein Achselprodukt verdeckt ist. Aus praktischen

Gründen mögen zunächst die sieben obersten Partialinfloreszenzen erster Ordnung in basipetaler Folge besprochen werden.

Die Tragblätter sind in einer Rechtsspirale angeordnet, deren Divergenz durchschnittlich drei Achtel beträgt, im übrigen aber recht bedeutenden Schwankungen unterworfen ist; dasselbe gilt von den Internodien, deren Länge so sehr wechselt, daß Bildung von zwei- bis dreizähligen Scheinquirlen bei der Art eine sehr häufige Erscheinung ist.

Die beiden obersten Partialinfloreszenzen erster Ordnung sind auf die Primanblüte reduziert, auf ein ansehnliches Hypopodium folgt ein Epipodium von geringerer Länge, bis in welches hinein das Tragblatt in beiden Fällen mit seinem Achselprodukt verwachsen ist. Die Vorblätter zeigen dieselbe Beschaffenheit wie das Tragblatt, beim β-Vorblatt bemerkt man hier wie fast in allen Fällen die sehr kleine, frühzeitig verkümmerte Anlage des Achselproduktes; dem ist in den Figuren der Kleinheit des Objektes wegen mehr oder minder deutlich Rechnung getragen.

$\left.\begin{matrix}\mathfrak{D}_1\\ \mathfrak{R}_1\end{matrix}\right\}$ sind somit rekauleszierende Einzelblüsen mit anodischem sterilen α-Vorblatt und einem β-Vorblatt, dessen Achselprodukt früh verkümmert.

$\mathfrak{M}_1$ ist ein dreiblütiger Blütenstand, α_1 fällt wieder nach links und ist steril wie in allen folgenden Fällen hier und bei anderen Infloreszenzen, soweit nicht ausdrücklich anders vermerkt. Das Tragblatt $\mathfrak{m}$ ist seinem Achselprodukt bis über α_{s1} hinaus angewachsen, ebenso verwächst β_{d1} über das α-Sekundanvorblatt hinaus. Die Sekundanblüte wiederholt das Verhalten der Primanblüte $\mathfrak{M}_1$, aber mit wechselnder Orientierung der Vorblätter; das nämliche gilt von der Tertianblüte. Eine Quartanblüte in der Anlage verkümmert. Der Blütenstand stellt somit ein dreiblütiges Wickelsympodium dar, der durch eine bis in das Epipodium reichende Konkauleszenz kompliziert ist. Hier wie in den anderen Partialinfloreszenzen der Fig. 1 sind Priman- und Tertianblüten stark, die Terminalblüte *T* sowie die Sekundanblüten schwach ausgezogen, ent-

sprechend der Schraffierung der durch sie abgeschlossenen Achsen.

$\left.\begin{matrix}\mathfrak{L}_1\\ \mathfrak{K}_1\end{matrix}\right\}$ sind nicht, wie man nach der im allgemeinen basipetal steigenden Komplikation der Pleiochasien erwarten sollte, ebenfalls zum mindesten dreiblütige Partialinfloreszenzen, sondern infolge Sterilität der β-Sekundanvorblätter nur zweiblütig. Bezüglich der Vorblattorientierung schließen sie sich ganz an die besprochenen an.

$\mathfrak{I}_1$ zeigt schon eine eigenartige Komplikation. Das α-Vorblatt ist verdeckt, i selbst nur mit seiner Spitze sichtbar; infolge einer Drehung ist β_{d1} ebenfalls verdeckt, aus dessen Achsel sich eine zweiblütige Infloreszenz entwickelt.

Diese Partialinfloreszenz zweiter Ordnung zeigt die gewohnte Vorblattorientierung, d. h. das α-Vorblatt ist gegen die Abstammungsachse zweiter Ordnung gerichtet, wie stets bei α- und β-Achselprodukten, weshalb diese Orientierung weiter unten nicht mehr besonders erwähnt wird; anders, und zwar wechselnd verhält sich das Achselprodukt. $\mathfrak{I}_1 B_{d2} B_{s3}$ schließt diese Partialinfloreszenzen ab.

Das Blatt γ ist bei der ersten Gabelung der Infloreszenz inseriert, in der Abbildung verdeckt; ein Achselprodukt ist nicht zu stande gekommen. Das median nach hinten fallende Blatt δ stützt eine früh verkümmerte Sekundanblüte.

$\mathfrak{H}_1$ hat ein steriles, nach links fallendes α-Vorblatt und entwickelt aus β_{d1} eine zweiblütige, aus γ_1 eine einblütige Partialinfloreszenz zweiter Ordnung, zeigt also mutatis mutandis die schon bei I_1 zu beobachtende akropetale Verarmung der Teilrispe, wie sie mit Ausnahmen allerdings auch bezüglich der Gesamtinfloreszenz zu konstatieren ist.

II.

In Fig. 2 ist das Diagramm einer Partialinfloreszenz erster Ordnung wiedergegeben, die einem anderen Blütenstand entnommen ist. Wie man aus der Stellung von γ sofort sieht, fällt α nach rechts und ist steril. Aus β entwickelt sich ein drei-

blütiges Wickelsympodium, das nichts besonderes bietet; die Anlage einer Quintanblüte ist verkümmert. Das γ-Achselprodukt zeigt hier eine andere Orientierung des β-Sekundanvorblattes als sie bei der oben besprochenen Infloreszenz zur Beobachtung gelangte, indem es gerade so orientiert ist, als wenn die Partialinfloreszenz zweiter Ordnung ein β-Achselprodukt wäre. Auch hier steht einem dreiblütigen β-Achselprodukt als Partial-

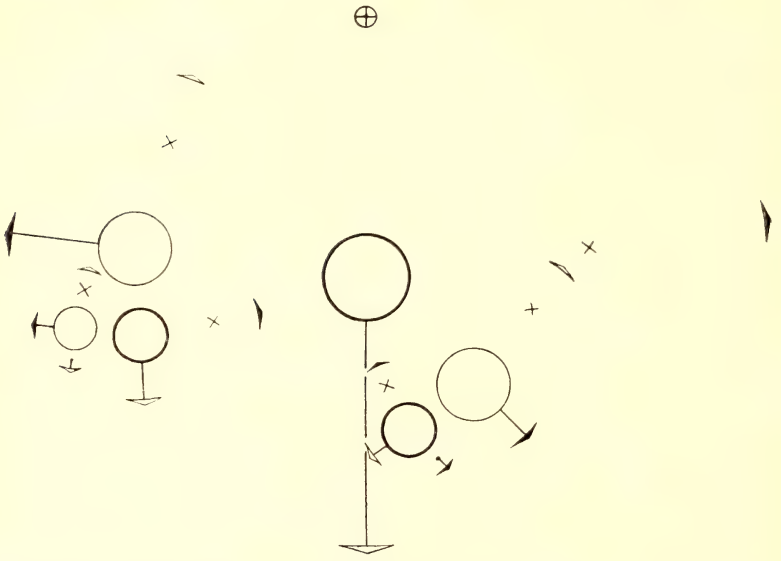


Fig. 2. *Pelliphyllum peltatum* (Torr.) Engl. Partialinfloreszenz erster Ordnung. Näheres im Texte.

infloreszenz erster Ordnung ein nur zweiblütiges γ-Achselprodukt gegenüber. Mit alleiniger Ausnahme der beiden Quintan-, beziehungsweise Quartanblätter sind hier sämtliche Vorblätter entwickelt; die Tragblätter sind stets in das Epipodium hinein mit ihrem Achselprodukt verwachsen.

III.

In Fig. 3 ist eine Partialinfloreszenz erster Ordnung dargestellt, bei welcher α wiederum steril ist und sich Achselprodukte aus β und γ entwickeln.

Γ_2 ist ein zweiblütiges Wickelsympodium, dessen Vorblätter A-Orientierung zeigen, d. h. so orientiert sind, wie das dem benachbarten α-Achselprodukt zukäme. Bemerkenswert ist, daß γ mit seinem Achselprodukt noch über die eigentliche Insertionsstelle des β-Sekundanblattes hinaus, also mit anderen Worten bis über die Gabelung mit seinem Achsel-

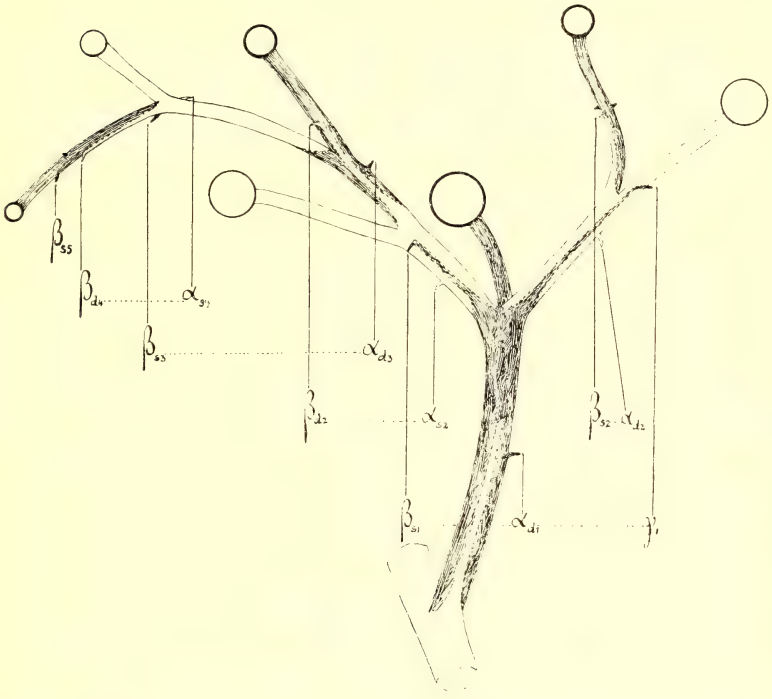


Fig. 3. *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl. Partialinfloreszenz erster Ordnung mit Bildung von Achselprodukten aus β und γ. Näheres im Texte.

produkt verwachsen ist, ein Fall, dessen entwicklungsgeschichtliche Deutung keinerlei Schwierigkeiten begegnet und der in den folgenden Beispielen des öfteren zu konstatieren sein wird.

B_{s2} ist ein vierblütiges Wickelsympodium. Während das β-Primanvorblatt noch nicht bis zur Gabelung verwächst, tut das das β-Sekundanvorblatt über diese hinaus, so daß man geneigt sein könnte, die Rekauleszenz als progressive anzusprechen, wenn nicht in diesem Verhalten

eine unerwartete Änderung einträte. Das Tertianvorblatt verwächst nämlich nur mehr bis an die Gabelung und das Quartanvorblatt überschreitet das Hypopodium nicht mehr, ist vielmehr noch etwas unterhalb des α-Quintanvorblattes inseriert.

IV.

In Fig. 4 ist das Diagramm einer neunblütigen Partialinfloreszenz erster Ordnung dargestellt, die eine etwas ungewöhnliche Zusammensetzung zeigt. Während beide Vor-

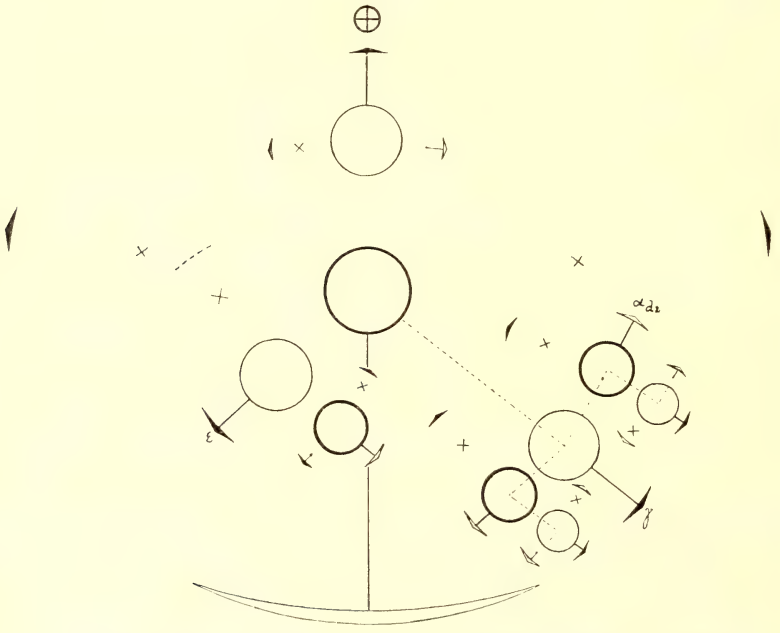


Fig. 4. *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl. Diagramm einer neunblütigen Partialinfloreszenz erster Ordnung. Näheres im Texte.

blätter steril sind, entwickeln sich Partialinfloreszenzen zweiter Ordnung aus γ, δ und ε, und zwar nicht streng akropetal verarmend, indem E_2 zweiblütig, $\Delta_{p.2}$ aber nur einblütig ist, eine Differenz, die man wohl im Sinne der Exotrophie deuten kann.

E_2 ist ein zweiblütiges Wickelsympodium, dessen Vorblätter die B-Orientierung zeigen; die Anlage einer Quartanblüte ist früh verkümmert.

Δ_{p2} ist auf die Sekundanblüte reduziert; das α-Vorblatt fällt nach rechts.

Γ_2 zeigt ein ungewöhnliches Verhalten, nämlich Fertilität des α-Sekundanvorblattes, das die A-Stellung aufweist; so kommen zwei symmetrische Partialinfloreszenzen dritter Ordnung zu stande, die beide zweiblütig sind. Die gesamte Partialinfloreszenz zweiter Ordnung bietet somit das hier seltene Bild der Doppelwickel.

V.

Ein Bild von der Komplikation, zu der sich der Bau der Partialinfloreszenzen erster Ordnung steigern kann, liefert Fig. 5. In dieser sind die beiden untersten Teilblütenstände einer hinsichtlich der Blattstellung sehr unregelmäßigen Rispe dargestellt. Der untere Zweig entspringt aus einem hier verdeckten, mit a zu bezeichnenden Blatte, der obere aus b.

$V\mathfrak{A}_1$.

Die ganze Partialinfloreszenz ist auf eine weite Strecke mit ihrem Tragblatt verwachsen, doch findet sich dessen Spitze noch innerhalb des Hypopodiums. Das nach links fallende α-Vorblatt ist steril und da inseriert, wo die Partialinfloreszenz sich in drei Äste zu teilen scheint, übrigens auf der Abbildung verdeckt. Darauf folgen drei weitere Blätter, die sämtlich Achselprodukte stützen, die in diesem Falle akropetal verarmen.

$\mathfrak{A}_1\Delta_{p2}$ ist eine Sekundanblüte, die nur wenig unterhalb der Primanblüte inseriert ist.

$\mathfrak{A}_1\Gamma_2$ zeigt hier nicht die A-Stellung und ist ein zweiblütiges Wickelsympodium; das β-Vorblatt der Tertianblüte ist hier wie ein Kelchblatt ausgebildet und unmittelbar unterhalb des Kelches inseriert, also ein teratologisches Vorkommnis.

$\mathfrak{A}_1 B_{d2}$ ist ein vierblütiges Wickelsympodium, in welchem die β-Vorblätter das schon bei III besprochene Verhalten zeigen; am weitesten verwächst das Sekundanvorblatt,

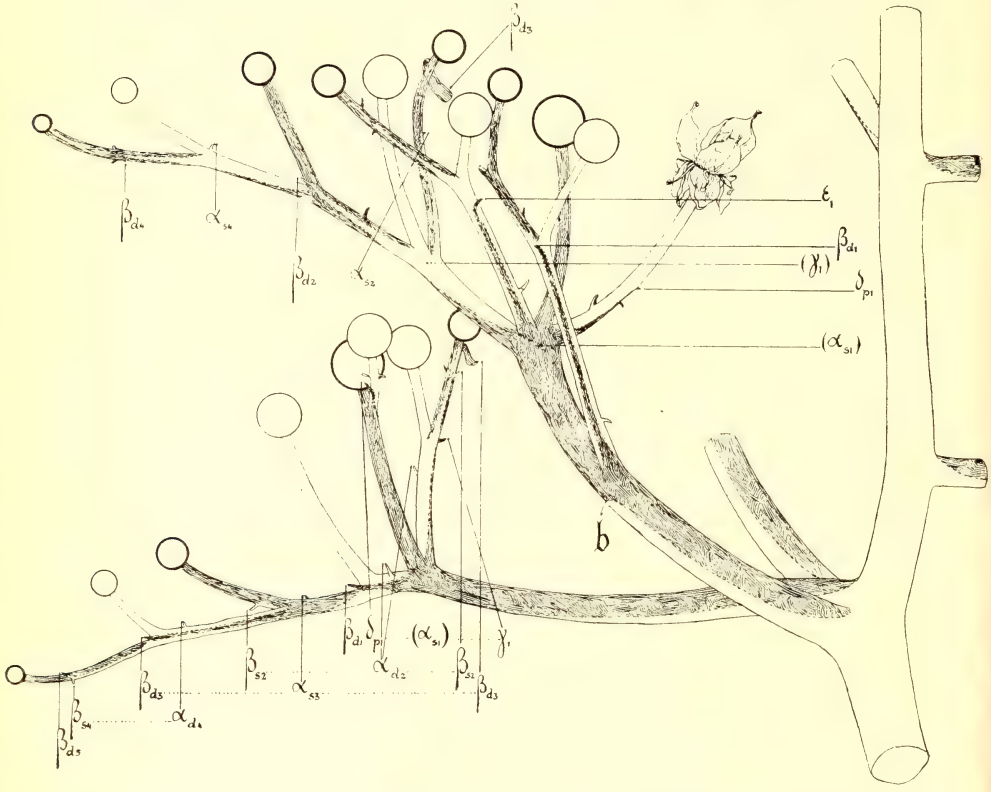


Fig. 5. *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl. Halbschematische Darstellung zweier Partialinfloreszenzen erster Ordnung. Die Seitenachsen erster, dritter und fünfter Ordnung sind dunkel gehalten, entsprechend die Blüten stark konturiert. Näheres im Texte.

eben über die Gabelung hinaus, bis an diese das Tertian- und das Quartanvorblatt. Sämtliche α-Vorblätter dieser Partialinfloreszenz sind entwickelt.

V $\mathfrak{B}_1$.

Auch der Blütenstand $\mathfrak{B}_1$ beginnt mit einem sterilen, nach links fallenden α-Vorblatt. Infolge eigentümlichen Verhaltens jener interkalaren Meristemtätigkeit, durch welche alle diese

Verwachsungen zu stande kommen, erscheint es weit höher inseriert als die Basis des β-Achselproduktes. Seitenachsen zweiter Ordnung entwickeln sich hier außerdem aus γ, δ und ε. Auch hier macht sich Exotrophie in dem schon oben gebrauchten Sinne geltend, indem $\mathfrak{B}_1 E_2$ zweiblütig, $\mathfrak{B}_1 \Delta_{p2}$ aber nur einblütig ist.

$\mathfrak{B}_1 E_{da2}$ ist ein zweiblütiges Wickelsympodium, dessen Vorblätter die B-Stellung aufweisen; ziemlich tief ist das sterile α-Vorblatt inseriert, hoch hinauf ε verwachsen. Das β-Sekundanvorblatt ragt dagegen nur wenig in das Epipodium hinein.

$\mathfrak{B}_1 \Delta_{p2}$ ist auf die Sekundanblüte reduziert, die einen trimeren Fruchtknoten besitzt. Das Tragblatt ist hier bis über das nach rechts fallende Epipodium hinaus mit seinem Achselprodukt verwachsen; übrigens ist hier das Epipodium auffallend kurz, so daß es in der Verkürzung so aussieht, als ob β_{d2} mit seiner verkümmerten Tertianblüte tiefer inseriert sei als α_{s2}.

$\mathfrak{B}_1 \Gamma_{sa2}$ zeigt A-Stellung der Vorblätter, die hier beide fertil sind.

$\mathfrak{B}_1 \Gamma_{sa2} A_{s2}$ ist auf eine Einzelblüte reduziert, das β-Tertianvorblatt fast unmittelbar unterhalb des Kelches inseriert und von Gestalt einem Kelchblatt sehr ähnlich, doch etwas schmäler.

$\mathfrak{B}_1 \Gamma_{sa2} B_{d3}$ ist ein dreiblütiges Wickelsympodium; auch hier nimmt, wie schon wiederholt beobachtet, die Rekauleszenz mit der steigenden Sproßgeneration ab.

$\mathfrak{B}_1 B_{d2}$ ist hier auffallend schwach entwickelt, hat ein fast basales α-Vorblatt, sein Tragblatt ist fast bis zur Gabelung verwachsen, das Epipodium zeigt eine ungewöhnliche Länge. Auch hier nimmt die Rekauleszenz ab, das β-Sekundanvorblatt reicht immerhin noch beträchtlich in das Epipodium hinein. Die Anlage einer Quartanblüte ist frühzeitig verkümmert.

VI.

Eine Rispe von ungewöhnlicher Regelmäßigkeit ist in Fig. 6 diagrammatisch dargestellt.

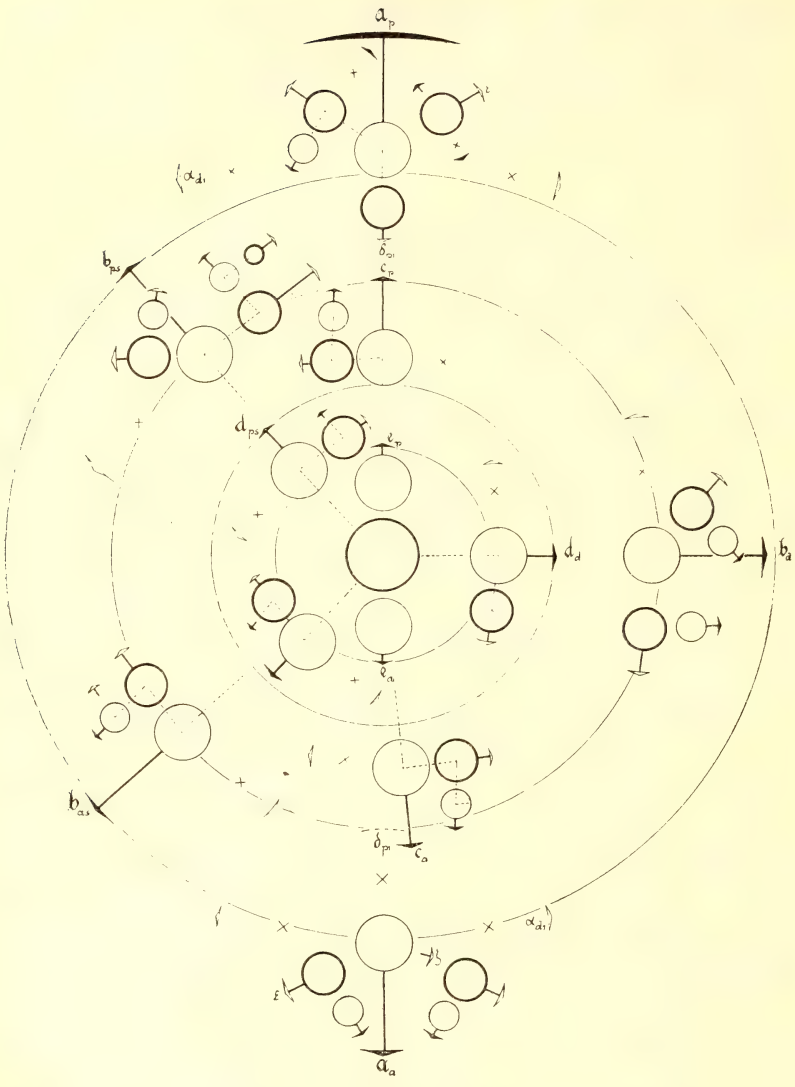


Fig. 6. *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl. Diagramm einer Rispe. Terminalblüte sowie Sekundan- und Quartanblüten sind stark konturiert.

Die 12 Tragblätter sind quirlig angeordnet, so zwar, daß die Quirle abwechselnd zwei- und dreizählig sind. Ganz streng auf gleicher Höhe inseriert sind die Blätter eines Quirls nicht, und diesem Umstand ist durch größere oder geringere

Verschiebung der Blätter aus den die Quirle markierenden Kreisen Rechnung getragen.

$\mathfrak{A}_{p1}$ beginnt mit sterilen Vorblättern, hier wieder Exotrophie: Δ_{p2} einfache Blüte; der Einfachheit halber sind im Diagramm die Vorblätter, um die Figur nicht zu kompliziert zu gestalten, in den höheren Sproßgenerationen vielfach weggelassen, da sich ihre Stellung von selbst versteht. Γ_{da2} ist ein zweiblütiges Wickelsympodium, seine Vorblätter in B-Stellung.

$\mathfrak{A}_{a1}$ beginnt gleichfalls mit sterilen Vorblättern, δ_{p1} ist unterdrückt, E_{as2} und Γ_{da2} zweiblütige Wickelsympodien, ersteres in B-, letzteres in A-Stellung. Eine weitere Sekundanblüte Z_{da2} ist früh verkümmert.

$\mathfrak{B}_{as1}$ hat wie alle Achselprodukte dieses Quirls ein nach rechts fallendes α-Vorblatt. Wickelsympodium bis zur Tertianblüte entwickelt.

$\mathfrak{B}_{ps1}$ hat ein Wickelsympodium bis zur Quartanblüte und ein bis zur Tertianblüte ausgebildetes Wickelsympodium; Sekundanvorblätter in A-Stellung.

$\mathfrak{B}_{a1}$ verhält sich wie $\mathfrak{B}_{ps1}$, mit dem Unterschiede, daß das β-Achselprodukt nur bis zur Tertianblüte reicht.

$\mathfrak{C}_{a1}$, $\mathfrak{C}_{p1}$ sind ein Wickelsympodium bis zur Tertianblüte aus dem nach rechts fallenden β-Vorblatt, ebenso sind

$\mathfrak{D}_{ps1}$, $\mathfrak{D}_{as1}$, $\mathfrak{D}_{d1}$ zweiblütige Wickelsympodien aus dem nach links fallenden β-Vorblatt.

$\mathfrak{E}_{a1}$, $\mathfrak{E}_{p1}$ sind Einzelblüten, deren Vorblätter in dem Indument nicht zu ermitteln sind.

VII.

Zum Schlusse mag noch eine Partialinfloreszenz erster Ordnung besprochen werden, bei der sich Gelegenheit zu einigen Mitteilungen aus dem Gebiete der streng genommen nicht in den Rahmen dieser Abhandlung gehörigen Gebiete der Blütenmorphologie bietet.

Das Tragblatt dieser Partialinfloreszenz erster Ordnung ist laubig ausgebildet, aber nicht schildförmig. Die Verwachsung

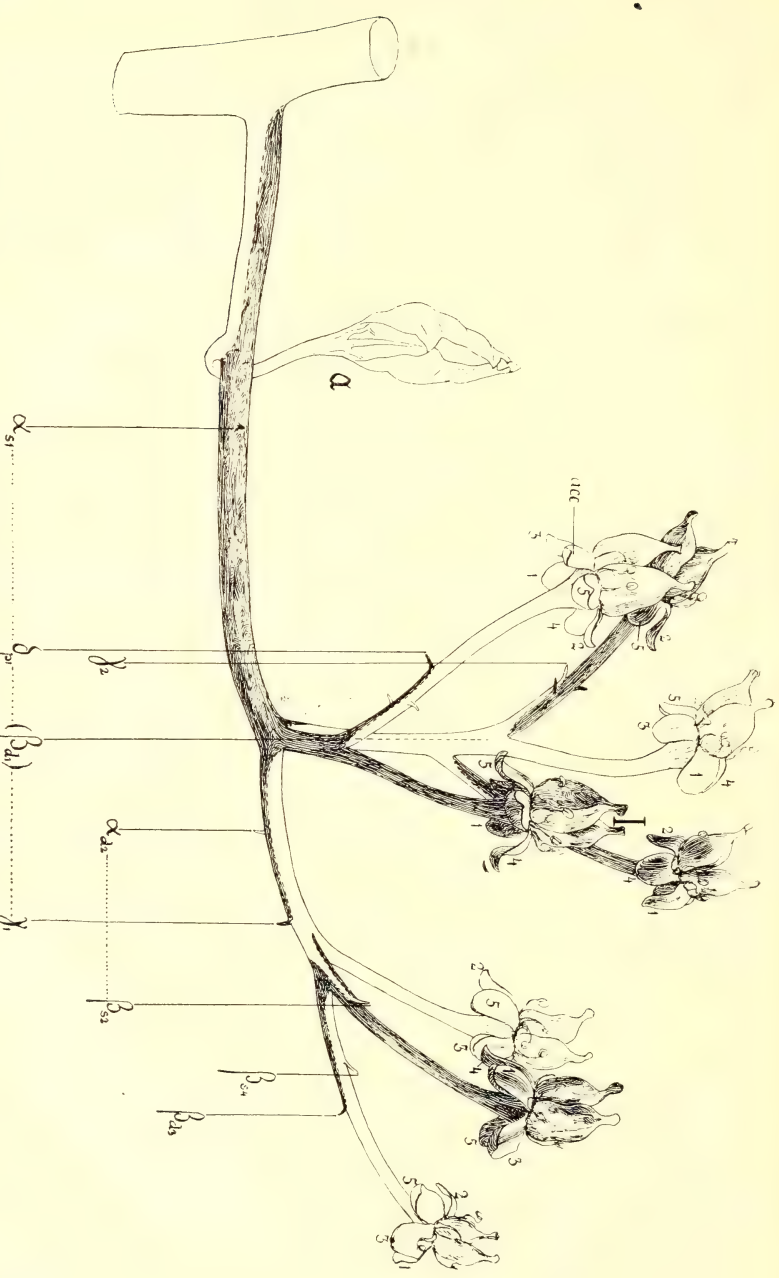


Fig. 7. *Peltiptyllum peltatum* (Torr.) Engl. Partialinfloreszenz erster Ordnung. Näheres im Texte.

ist insofern progressiv, als das Tragblatt nicht auf die volle Länge des Hypopodiums verwachsen ist, dagegen die Blätter β, γ und δ beträchtlich in das Epipodium hineinragen; auf das Unbeständige dieses Charakters, auf sein häufiges Zurückgehen in hohen Sproßgenerationen wurde schon oben hingewiesen.

Δ_{p2} ist eine Blüte, deren nach rechts fallendes Vorblatt gerade noch die Spuren einer früh verkümmerten Tertianblüte

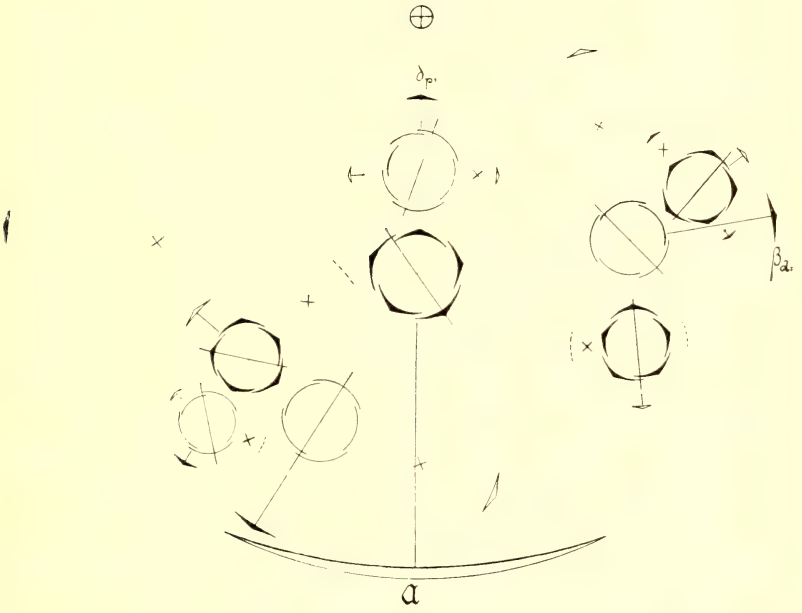


Fig. 8. *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl. Diagramm der in Fig. 7 dargestellten Partialinfloreszenz erster Ordnung. Näheres im Texte.

erkennen läßt; im Kelch ein akzessorisches Blatt, also ein teratologisches Vorkommnis.

Γ_{sa2} zeigt B-Orientierung seiner Vorblätter und ist bis zur Quartanblüte entwickelt.

B_{a2} ist dreiblütig, indem aus der Achsel von γ_{da2} sich noch eine Blüte entwickelt, die A-Orientierung zeigt.

Diagrammatisch sind diese Verhältnisse in Fig. 8 dargestellt, wo auch noch ein anderes, blütenmorphologisches

Moment Berücksichtigung gefunden hat, nämlich die Orientierung der Karpiden. Während von den Arten der Gattung *Saxifraga*, soweit überhaupt untersucht, feststeht, daß sie schräg orientiert sind, wechselt hier das Verhalten, indem die Karpidmediane bald durch Sep. 2 geht, bald durch 1 oder, wie aus Fig. 9 hervorgeht, auch durch Sep. 3; dazwischen kann sie alle möglichen Stellungen einnehmen, sie pendelt also zwischen 1 und 3. Außerdem kommen Fälle vor, und zwar

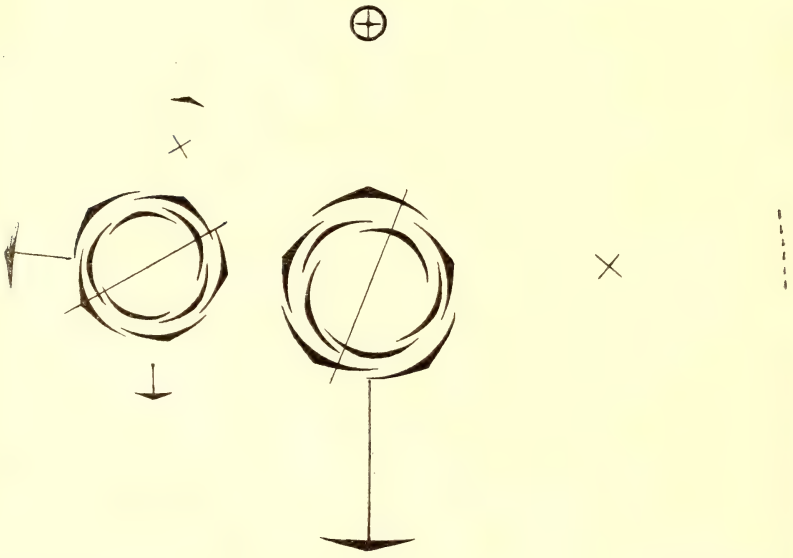


Fig. 9. *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl. Diagramm einer Partialinfloreszenz erster Ordnung. Näheres im Texte.

recht häufig, wo drei Karpiden vorhanden sind, wie auch die Literatur schon registriert hat.

Des weiteren ist die Kelchdeckung zu bemerken, die in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle die eutopisch quincunciale ist; Ausnahmen, metatopische Deckungen, kommen auch vor, wie die Sekundanblüte in Fig. 9 beweist. Außerdem habe ich gelegentlich auch sechszählige und vierzählige Kelche gefunden und es scheint, als ob erstere gelegentlich durch Eintritt des β-Vorblattes in den Kelch zu stande kämen.

Sehr variabel ist die Krondeckung, zwei Proben davon sind in Fig. 9 mitgeteilt; des Näheren hoffe ich im nächsten Jahre auf dieses Kapitel anläßlich einer genaueren Behandlung der Blütenmorphologie eingehen zu können.

Es drängt sich nun die Frage auf, inwiefern wir aus den mitgeteilten Beobachtungen auf die Phylogenie der Art, auf das Aussehen ihrer Vorfahren Schlüsse ziehen dürfen, die einigermaßen auf Wahrscheinlichkeit Anspruch erheben können.

Daß es sich um eine recht abgeleitete Form handelt, das zeigen schon die biologischen Verhältnisse; die Pflanze ist angepaßt auf Lokalitäten, die nur kurze Zeit der Blüten- und Fruchtentwicklung günstig sind und wohl bald darauf überflutet werden. Blüte und Fruchtreife spielt sich innerhalb weniger Wochen ab, die Samen können dann vom Wasser weiter geschwemmt werden, die Blätter ragen mit ihren langen Stielen aus dem Wasser heraus und die Assimilate werden in dem Rhizom, das fast die Stärke eines Kinderarmes erreicht und auch mechanischen Insulten bis zu gewissem Grade gewachsen ist, gespeichert. Die Schutzeinrichtungen des Blütenstandes hat schon R. v. Wettstein beschrieben.

Aber auch aus den in obigen Zeilen dargestellten Verhältnissen lassen sich Schlüsse ziehen, die die Pflanze als recht abgeleitete Form zu betrachten zwingen.

Ein ursprünglicher Charakter ist wohl die Entwicklung eines Pleiochasiums, soweit wir überhaupt über die Ableitung der Blütenstände orientiert sind. Abgeleitet dagegen ist ganz zweifellos die fast konstante Reduktion des α-Achselproduktes, und die gelegentliche Entwicklung eines solchen ist als Atavismus aufzufassen. Ebenso verhält es sich mit der Reduktion der Hochblätter, die eben dahin geführt hat, daß sogar morphologisch geschulte Autoren dieselben übersehen haben; immerhin sind sie auch an Herbarexemplaren ohne irgend welches Aufweichen als feine Spitzchen schon mit unbewaffnetem Auge zu erkennen, so an denjenigen, die Hartweg selbst aus den Sacramentobergen ausgegeben hat.[1] Die

[1] Sub Nr. 311. Herb. Mus. Pal. Vindob.

Verwachsungen gehören auch ohne allen Zweifel in die Kategorie der erst später erworbenen Charaktere. Der beiden letztgenannten Punkte wegen wäre es von großem Interesse, eine Form kennen zu lernen, die Hooker fil., l. c. erwähnt: »A very singular form, either a variety or different species, is in the Hookerian Herbarium from Clear Creek in North California; it has the almost glabrous cyme broken up into a distantly breached panicle, the branches of which have short rounded bracts at the base...« Das läßt darauf schließen, daß diese Form oder Art morphologisch nach diesen zwei Richtungen noch nicht so weit vorgeschritten ist als *P. peltatum* (Torr.) Engl., denn die Rekauleszenz setzt entweder gar nicht oder erst später ein und dann ist der Reduktionsprozeß der Vorblätter noch nicht so weit vorgeschritten, wie bei unserer Art, hält sich vielmehr auf dem Niveau von *Saxifraga*, wo, wie es scheint, das Extrem von *Peltiphyllum* nicht erreicht wird, wenigstens wenn man von den Bergenien absieht, bei denen völlige Unterdrückung der Vorblätter verbreitet ist.[1]

Schwieriger ist es, ein Urteil über die Unbeständigkeit der Karpidorientierung zu gewinnen. Es liegt nahe, darin einen alten Charakter zu erblicken, namentlich wenn man das häufige Vorkommen dreier Fruchtblätter berücksichtigt; da man die Oligomerie des Gynaeceums als etwas Sekundäres zu betrachten gewöhnt ist, drängt sich die Vorstellung auf, daß das Pendeln der Karpidmediane zwischen Sepp. 1 und 3 ein Überbleibsel aus der Zeit darstellt, wo die Oligomerie erst erworben wurde, daß die Pflanze wohl im Laufe der Phylogenie einer konstanten Karpidorientierung zustrebt, daß aber dieses Ziel noch nicht erreicht ist.

Ein alter Charakter ist wohl auch die eutopisch quincunciale Kelchdeckung; ob gelegentliche metatopische Vorkommnisse

---

[1] Das den vorliegenden Untersuchungen zu Grunde liegende Material entstammt dem botanischen Garten der Wiener Universität; außerdem konnte ich auch die Sammlungen der botanischen Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums benützen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, den Leitern dieser beiden Institute, Herrn Prof. Dr. R. v. Wettstein und Herrn Kustos Dr. A. Zahlbruckner auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

als Teratologica aufzufassen sind oder ob sich in ihrem Auftreten sozusagen System nachweisen läßt, das allmähliche Auftreten eines neuen Charakters, darüber zu urteilen wäre verfrüht. Ebensowenig Sicheres vermögen wir hinsichtlich der wechselnden Krondeckung zu äußern.

Bei dem seltsamen Gemisch von alten und neuen Charakteren, das *Peltiphyllum peltatum* (Torr.) Engl. bietet, wäre es selbstverständlich von größtem Interesse, einmal die erwähnte nordkalifornische Pflanze kennen zu lernen, dann aber die *Saxifraga tellimoides,* die Maximowicz 1871 aus Japan beschrieben hat, deren Zugehörigkeit zu unserer Gattung Engler l. c. vermutet. Jedenfalls bedeuten nach dem jetzigen Stande unseres Wissens die erhaltenen Resultate eine bedeutende Stütze für die von Engler vertretene Anschauung, daß Torrey's *Saxifraga peltata* den Repräsentanten einer eigenen Gattung bildet.

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVI. BAND. VII. HEFT.

JAHRGANG 1907. — JULI.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 1 KARTENSKIZZE 5 TAFELN UND 18 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1907.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER.

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT

des 7. Heftes, Juli 1907, des CXVI. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Seite

Schuster K., Petrographische Ergebnisse der brasilianischen Expedition 1901 der kais. Akademie der Wissenschaften. (Mit 1 Kartenskizze.) (Mit einer geologischen Einleitung von Dr. Fritz v. Kerner und Bemerkungen über die kristallinen Schiefer von F. Becke.) [Preis: 2 K 70 h — 2 M 70 pf] 1111

Siebenrock F., Beschreibung und Abbildung von *Pseudemydura umbrina* Siebenr. und über ihre systematische Stellung in der Familie *Chelydidae.* (Mit 1 Doppeltafel und 1 Textfigur.) [Preis: 95 h — 95 pf] 1205

Cornu F. und Himmelbauer A., Untersuchungen am Apophyllit und den Mineralen der Glimmerzeolithgruppe. (Mit 2 Textfiguren.) [Preis: 95 h — 95 pf] 1213

Doelter C., Über die Dissoziation der Silikatschmelzen. (Mit 12 Textfiguren.) [Preis: 2 K 20 h — 2 M 20 pf] 1243

Seefried F., Über die Lichtsinnesorgane der Laubblätter einheimischer Schattenpflanzen. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 2 K 30 h — 2 M 30 pf] . 1311

Portheim L., Über Formveränderungen durch Ernährungsstörungen bei Keimlingen mit Bezug auf das Etiolement. (Mit 3 Textfiguren.) [Preis: 2 K 20 h — 2 M 20 pf] 1359

Preis des ganzen Heftes: 7 K 90 h — 7 M 90 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVI. BAND. VII. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Petrographische Ergebnisse der brasilianischen Expedition 1901 der kais. Akademie der Wissenschaften

von

Dr. **Karl Schuster.**

(Mit 1 Kartenskizze.)

(Mit einer geologischen Einleitung von Dr. Fritz v. Kerner und Bemerkungen über die kristallinen Schiefer von F. Becke.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 25. April 1907.)

I.

Geologische Einleitung

von

Dr. **Fritz v. Kerner.**

Nachstehende Zeilen enthalten nähere Angaben betreffs der Fundorte jener in der folgenden Arbeit von Herrn Dr. Karl Schuster beschriebenen Gesteine, welche von mir auf der im Jahre 1901 von der kaiserl. Akademie nach Südbrasilien entsandten Expedition gesammelt wurden. Anspruch darauf, eine Darstellung der geologischen Verhältnisse der von der Expedition durchzogenen Gebiete zu sein, können diese Zeilen nicht erheben. Um eine solche Darstellung zu liefern, wären viel eingehendere geologische Studien nötig gewesen, als ich sie zu machen Gelegenheit hatte. Da die genannte Expedition speziell botanische Zwecke verfolgte und Studien anderer Art nur insoweit in Aussicht genommen waren, als sie sich in Verfolgung des Hauptzieles bewerkstelligen ließen, traf es sich des öfteren, daß am Wege gelegene Aufschlüsse nicht näher besichtigt und solche, welche etwas abseits von der Route lagen, nicht besucht werden konnten. Gerade in einem tropischen Urwaldgebiete ist aber bei der Spärlichkeit der Gesteinsentblößungen das genaueste Studium aller sich darbietenden

Aufschlüsse noch mehr als anderorts die Vorbedingung für die Erkenntnis des geologischen Baues. Das Arbeitsfeld der Expedition war vorzugsweise der dem Staate São Paulo zugehörige Teil der südbrasilianischen Küstenkette, die Serra Paranapiacaba. Es fanden zwei kleine Reisen in den östlichen und eine größere Reise in den westlichen Abschnitt dieses Gebirges statt. Ferner wurden eine Reise in den westlichen Teil des Innern des Staates São Paulo und eine Tour auf den im Grenzgebiete der Staaten São Paulo, Rio de Janeiro und Minas Geraes sich erhebenden Itatiaia unternommen. Teils in die Zeit vor dem Beginne dieser Reisen, teils in die Pausen zwischen ihnen fielen Ausflüge in die weitere Umgebung von São Paulo. Die auf diesen Reisen und Ausflügen von der Expedition berührten Gegenden sind teils solche, über deren geologische Verhältnisse noch nichts Näheres bekannt war, teils solche, welche schon von Seite der mit der wissenschaftlichen Landesdurchforschung betrauten Paulistaner Commissão geographica oder von Bergingenieuren zu praktischen Zwecken geologisch untersucht worden sind. Die folgenden Notizen beschränken sich zum größeren Teile auf Gebiete ersterer Art. Bezüglich einiger der Regionen, über welche schon genauere Beobachtungen vorliegen, wollte ich auf eine Wiedergabe meiner bei nur flüchtigem Besuche gewonnenen Eindrücke ganz verzichten.

I.

Die erste Reise, welche in der Zeit vom 12. bis zum 22. Juni stattfand, galt dem Besuche jenes Teiles der östlichen Serra Paranapiacaba, welcher durch den Juquiafluß zum Ribeirastrome und durch diesen gegen den Ozean hin entwässert wird. Die Reiseroute nahm ihren Ausgangspunkt in Santo Amaro am Nordfuße der Serra, führte zunächst durch das Flußgebiet des Ribeiron M'boy mirim zur Wasserscheide, dann hinab im Tal des Rio S. Lourenço bis zur Mündung dieses Flüßchens in den Rio Juquia und weiter in das urwaldbedeckte Bergland südlich dieses Flusses, welches nach mehreren Richtungen hin durchstreift wurde. Der größere Teil der Reise wurde zu Pferde zurückgelegt, jene Art des Reisens, welche —

wie in so vielen anderen Ländern — auch in Brasilien die gewöhnliche und oft nicht zu umgehende ist, sich aber für geologische Forschungszwecke wenig eignet. In dem Gebiete südlich vom Juquia wurden Fußtouren unternommen, doch ließ sich die dadurch gewonnene Gelegenheit zu geologischen Studien längs des Reiseweges insofern nur spärlich ausnützen, als dieses Gebiet zufolge seiner üppigen Vegetationsbedeckung auf weite Strecken hin überhaupt keinen Einblick in seinen geologischen Bau gewährte. Das Flußgebiet des M'boy mirim und S. Lourenço besteht aus steil gestellten kristallinischen Schiefern, die von Gängen pegmatitischer Gesteine durchsetzt sind. Analoge geognostische Verhältnise zeigt die Region südlich vom oberen Juquia, doch scheinen dort, soweit die spärlichen Aufschlüsse einen Schluß gestatten, die Pegmatite zu größerer Entwicklung zu gelangen.

Der Weg von Santo Amaro nach Campo redondo führt durch Eluvialterrain, aus welchem stellenweise flache, eine schalige Absonderung zeigende, granitische Felsbuckeln hervorragen. Bei Campo redondo trifft man auch lichtgraue feinkörnige Gneise und Quarzite. Im Tale des unteren Ribeiron M'boy mirim, das zwischen Campo redondo und Itapecirica gekreuzt wird, wechseln rote Glimmerschiefer mit Pegmatiten ab. Am Pfade, welcher von dem letzteren Orte zu der Wasserscheide führt und sich an dem von vielen Gräben durchfurchten, zum Oberlauf des Ribeiron M'boy mirim abdachenden Westhange der Serra Tacaxiara hinzieht, dominieren rote, anscheinend steil gestellte Schiefer. Man sieht sie teils anstehend, teils zu stark zerbröckelnden Gesteinsmassen verwittert, teils in Lehme umgewandelt. Die Farbe dieser letzteren schwankt zwischen schön weinrot und schmutzig braunrot, je nachdem sie rein oder stark mit Humus vermengt sind. Gelegentlich trifft man in diesen Schiefern auch Quarzgänge und in den Lehmen Einlagerungen von Quarzkieseln an. Auf der Höhe des Gebirges, dem Morro do Chiqueiro, welcher sich aus mehreren Rücken von ziemlich gleicher Erhebung aufbaut, trifft man verwitterte eisenschüssige Schiefer von rötlichgrauer Farbe.

Von da hinab im Tal des Rio S. Lourenço sind rote, zum Teil sehr glimmerreiche Schiefer und rote Lehme mit Lagen

von Quarzkieseln herrschend. An einigen Stellen schalten sich granitische Gänge ein, zumal halbwegs zwischen dem Morro do Chiqueiro und dem Dörfchen S. Lourenço, das etwa zwei Wegstunden unterhalb der Wasserscheide liegt. Talauswärts von dem eben genannten Orte nimmt gleichfalls roter Glimmerschiefer, zum Teil von kieselführendem Lehm bedeckt, am Aufbaue der Gegend vorwiegend Anteil. Im Rinnsale des Baches unterhalb Paiol do Meio, das etwa 6 *km* flußabwärts von S. Lourenço liegt, sind Rollstücke von grauen Gneisen, Pegmatiten und von Quarzit zu sehen. Dann folgt wieder roter Schiefer und dann in der Umgebung der Fazenda des Antonio Mendes wieder Pegmatit. Im unteren Teile des Lourençotales, auf der Route von Antonio Mendes bis Capella nova, passiert man zunächst roten Glimmerschiefer, dann Pegmatit, der sich durch seine blockigen Felsformen schon von ferne vom Schiefer unterscheiden läßt, und weißlichen Lehm, der durch Zersetzung granitischer Gesteine gebildet scheint, dann roten Lehm und stark verwitterten roten Schiefer, dann wieder weißen Lehm, hierauf eine längere Strecke weit abermals Glimmerschiefer, dann Quarzschiefer und endlich nochmals eine breite Zone von rotem Glimmerschiefer. 3 *km* unterhalb Capella nova mündet der Rio S. Lourenço in den Rio Juquia. Nahe dieser Stelle führt über letzteres Flüßchen eine Brücke. Bei dieser Brücke stehen rote Schiefer an, die steil gestellt sind und quer zum Flusse streichen. Im Flußbett selbst bemerkt man steile Riffe von Quarzfels; die Flußgeschiebe an den Ufern bestehen aus Glimmerschiefern, Quarz und verschiedenen Abänderungen von Pegmatit.

Die Expedition verließ bald unterhalb der vorgenannten Brücke das Tal des Juquia, um in das südwärts desselben gelegene Bergland einzudringen. Dasselbe ist von vielverzweigten stillen Tälchen durchzogen, deren Gewässer dem vorgenannten Flusse tributär sind. Diese Tälchen zeigen sich zum großen Teile von dichter Urwaldvegetation erfüllt, so daß sich in ihnen streckenweise die geologische Beschaffenheit des Bodens nicht enthüllt. Im Tal von Barra Mansa, dem sich die Expedition zunächst zuwandte, zeigen sich mehr oder minder glimmerreiche, rote und graue kristalline Schiefer,

Turmalinquarzfels (18) und Quarzite. Auf der Serrinha, dem Scheiderücken zwischen dem Tal von Barra mansa und dem des Flüßchens Enganha, sind stellenweise rote Glimmerschiefer sichtbar. Im Flußsystem des Rio Enganha erscheinen neben Pegmatiten vorwiegend graue feinkörnige Granititgneise (13) und blätterige, silberig glänzende Glimmerschiefer. Die Bachrinnsale führen hier sehr glimmerreichen Sand. Solchen Sand, vermengt mit Quarzgeschieben, trifft man auch in den Quelladern des Ribeiron dos Couros, an dessen Ufern streckenweise graue und schmutziggelbe Lehme aufgeschlossen sind. Im Tale des eben genannten Baches stehen wieder steil gestellte rote Glimmerschiefer an, die von Pegmatitgängen durchsetzt sind. In diesen Gängen zeigen sich die Bestandminerale in sehr großen Partien ausgeschieden, der Glimmer tritt in schönen, dicken Tafeln auf und dieser Umstand hat dazu Anlaß geboten, an die bergmännische Ausbeutung dieses Minerals zu schreiten, was Aufschlußarbeiten im Gefolge hatte, die einen besseren Einblick in die geologischen Verhältnisse der Gegend südlich vom oberen Juquia gewährten, als ihn Wanderung und Ritt durch Urwaldwildnis hatten bieten können. Zur Zeit, als die Expedition die Lokalität besuchte, war an einem Steilabhange oberhalb des Baches ein Pegmatitgang in einem Tagbaue und durch mehrere Querstollen aufgeschlossen. Der Gang fiel 80° steil gegen Ostsüdost; seine Breite schwankte zwischen 3 und 4 *m*. Nahe oberhalb dieses Baues befand sich eine Grube, welche denselben Gang an einer höher gelegenen Stelle aufschloß. Unterhalb des Tagbaues, in welchem viel schöne Glimmerstücke herumlagen, zog sich eine große Halde von Abraummaterial hinab. Etwas weiter oben am bewaldeten Gehänge befand sich eine Stelle, wo ein zweiter, dem vorigen paralleler und etwas schmälerer Gang entblößt war.

Der Pegmatit am Ribeiron dos Couros ist — wie schon erwähnt — dadurch auffallend, daß seine Bestandteile in sehr großen Partien ausgeschieden sind. Der Quarz ist weiß bis blaßgrau, oft mit einer dünnen Ockerschichte überzogen, dagegen nur selten selbst gelblich gefärbt. Der Feldspat, welcher die Hauptmasse des Gesteines bildet, erscheint kaolinisiert; der Kaolin ist teils weiß, teils infolge von Beimengung von Eisenhydraten

blaßrötlich oder gelblich. Der Glimmer ist in tafelförmigen Stücken ausgeschieden, die nach allen möglichen Richtungen orientiert erscheinen. Die Dicke dieser Tafeln, die sich in äußerst dünne Lamellen spalten lassen, beträgt zuweilen bis gegen 2 *cm*; die Größe der gewinnbaren Glimmerscheiben erreicht 2 dm^2 und darüber. Der Glimmer erscheint licht silbergrau, in dünnen Schichten glashell oder bräunlich gefärbt, gelegentlich haften ihm dünne Ockerüberzüge in Form von Flecken und Streifen an. Die aus den oberflächlichen Gangteilen herstammenden Glimmerplatten weisen manchmal viele Risse und feine Sprünge auf; das aus der Tiefe gewonnene Material ist besser und liefert klare und reine Tafeln. Es wurde dieser Umstand von Seite der am Bergbaue Beschäftigten der stärkeren Rutschbewegung der oberflächlichen Bodenschichten zugeschrieben. Der Turmalin ist meist schwarz, zuweilen schwärzlichgrün, seine säulenförmigen Kristalle sind mehr oder minder deutlich ausgebildet und oft miteinander verwachsen. Quarz und Turmalin treten an Masse hinter dem Kaolin zurück; der Glimmer erscheint in den Randpartien des Ganges reichlicher als in dessen mittleren Teilen. An der Grenze des Pegmatites gegen den roten Glimmerschiefer ist eine Wechsellagerung von dünnen Zonen dieser beiden Gesteine konstatierbar. Dieselbe läßt sich in einem der früher genannten kleinen Querstollen gut beobachten. Noch schöner ist das Alternieren weißer und roter Gesteinsstreifen an den Rändern des erwähnten zweiten Pegmatitganges zu sehen. Das Vorkommen von Turmalin greift stellenweise in die Randzone des roten Glimmerschiefers über.

Was die praktische Bedeutung des im vorigen beschriebenen Glimmerfundortes betrifft, so bildete zur Zeit, als ihn die Expedition besuchte, die Lösung der Frage des Transportes die größte Schwierigkeit. Der Urwaldpfad, der zu dem Bergwerk führte, war — wie man uns mitteilte — während der mehrmonatlichen Hauptregenperiode fast unpassierbar und auch in der übrigen Zeit des Jahres für einen geregelten Transport von Bergwerksprodukten nicht geeignet. Eine später vorgenommene technische Prüfung des Glimmermaterials ergab dann, daß dasselbe in Betreff der Durchsichtigkeit nicht

hinreichend beständig ist und sich daher für optische Zwecke nicht eignet. Es wurde denn auch in den letzten Jahren der Betrieb der Glimmermine am Ribeiron dos Couros wieder eingestellt. In zukünftiger Zeit, wenn einmal das jetzt schwer zugängliche Gebiet des oberen Juquia gute Kommunikationen haben wird, wird es sich vielleicht lohnen, dessen Glimmerschätze für Zwecke, bei denen die vorhin erwähnte optische Unvollkommenheit des Materials nicht sehr in Betracht kommt, wieder auszubeuten.

Der Ribeiron dos Couros ergießt sich einige Stunden unterhalb der Glimmermine in den Braço grande; letzterer bildet nahe jener Mündungsstelle einen schönen Wasserfall. Die Felsmassen und Blöcke, durch die der Braço grande dort in stiller Urwaldeinsamkeit dahinbraust, bestehen aus Pegmatit.

Dieser Wasserfall war der von der Expedition auf ihrer ersten Reise erreichte fernste Punkt. Der Rückweg der Expedition erfolgte auf der von ihr zur Ausreise gewählten Route. Ein beim zweiten Aufenthalte in Barra mansa in nordnordwestlicher Richtung zum Rio Juquia unternommener Ausflug — auf welchem eine etwa 8 *km* unterhalb der vorgenannten Brücke gelegene Stelle des Flußlaufes berührt wurde — bot nur eine geringfügige Ergänzung zu dem im vorigen mitgeteilten geologischen Itinerar, da sich nur spärliche Gelegenheit ergab, den Untergrund der Vegetationsdecke zu sehen. In der Nähe der Fazenda des Joaquim de Nogeiro, welche sich auf einer Anhöhe oberhalb des linken Ufers des Juquia erhebt, zeigten sich blockartig ausgewitterte anstehende Partien von Pegmatit. Das Tal des Juquia ist dort verhältnismäßig breit, von sanften Abhängen umschlossen, der Fluß fast ohne Strömung zwischen steilen, einige Meter hohen, aus Lehm gebildeten Uferböschungen still hingleitend. Das Terrain zu beiden Seiten des Flußbettes ist sumpfig. Längs des linken Ufers zieht sich eine Reihe von Tümpeln hin, welche die Residuen eines alten Wasserarmes sein sollen.

II.

Die zweite, in der Zeit vom 28. Juni bis 5. Juli ausgeführte Expeditionsreise war der Erforschung des Unterlaufes des Rio

branco und seiner Zuflüsse gewidmet. Der Rio branco ist der erste größere Küstenfluß südlich von der Bai von Santos. Seine Mündung ist bei Conceicão do Itanhaen beiläufig 50 *km* südsüdwestwärts von Santos gelegen. Er entwässert jenen Teil der Südostseite der Küstenkette (Serra do mar), welcher sich an den der Bai von Santos tributären Teil derselben westwärts anschließt. Das bis an die Küste vortretende Endstück der Wasserscheide zwischen der Region des Rio branco und dem Gebiete der zur Bai von Santos strömenden Gewässer ist die Serra de Mangaguá.

Der aus mehreren Quellbächen sich zusammensetzende Hauptast des Rio branco schlägt — den vorliegenden topographischen Aufnahmen zufolge — zunächst eine östliche, dann eine südliche Richtung ein und wendet sich hierauf südwestwärts, um eine längere Strecke weit der Küste parallel zu fließen und endlich vielfach hin- und hergewunden mit südlichem Durchschnittskurs die Küste zu erreichen. In der Gegend seiner letzten Hauptwendung aus Südwest in Süd nimmt der Fluß rechts den Rio Mambú auf. Dieser kommt von Norden her und liegt so ungefähr in der geraden Rückwärtsverlängerung des Unterlaufes des Rio branco. Beiläufig in der Mitte der stromabwärts von der Mündung des Mambú gelegenen untersten Flußstrecke fließt dem Rio branco links der Rio Aguapihú zu, welcher das Flachland zwischen dem Mittellauf des Rio branco und der Meeresküste südwestwärts durchzieht.

Die Bereisung des soeben skizzierten Flußsystems erfolgte mittels der landesüblichen Kanoes. Man folgte zunächst dem Hauptflusse von seiner Mündung bis zur Einflußstelle des Mambú, dann wurde auf diesem letzteren bis zu den ersten, der Passage große Schwierigkeiten bereitenden Stromschnellen vorgedrungen, hierauf der Rio branco von der Mündung des Rio Mambú aufwärts eine Strecke weit befahren und schließlich noch der Rio Aguapihú besucht. Die Uferlandschaften sind zunächst ganz flach, dann hügelig und durchwegs mit üppigster Vegetation bedeckt. An den Flußrändern zeigt sich — entsprechend der großen Zahl der Windungen — in sehr oftmaliger Wiederholung dasselbe Bild: ein einige Meter hohes,

der Abtragung unterliegendes Lehmgehänge auf der konkaven, eine Anschwemmung von Sand und Schotter auf der konvexen Seite.

Der Unterlauf des Rio branco ist etwa 30 bis 40 *m* breit, vielfach hin- und hergewunden, die Strömung sehr schwach, die Uferbänke an den konvexen Seiten der Flußschlingen bestehen aus feinem lichten Sand. Am unteren Rio Mambú wird die Strömung etwas lebhafter, die Anschwemmungen an den vorspringenden Uferstellen sind grobe, gelblichgraue Sande, die vorwiegend aus Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen bestehen. Weiter aufwärts nimmt der Mambú immer mehr den Charakter eines Bergstromes an. Das Flußbett wechselt wiederholt an Breite und außerordentlich an Tiefe, indem ganz seichte Stellen und tiefe Kolke ganz nahe nebeneinander vorkommen. Es treten dann auch innerhalb des Bettes kleine Schwemmlandsinseln auf und die groben Sande machen Schottern Platz. Es mehren sich reißende Stromstellen und die Passage wird durch zahlreiches, im Flußbett liegendes Ast- und Wurzelwerk immer mehr gehemmt. Die Schotterbänke erweisen sich in petrographischer Beziehung als sehr mannigfaltig. Besonders häufig sind Geschiebe von grauen, feinkörnigen und schiefrigen, glimmerreichen Schuppengneisen (15*a*, *b*, *c*) und Glimmerschiefern (16*a*), daneben trifft man verschiedene Granite und Bestandteile von solchen: Quarzkiesel und abgerollte Turmaline, ferner Eruptivgesteine (Feldspatbasalt [7], Basanit). Sehr selten treten die roten Glimmerschiefer auf, welche im nördlich anstoßenden Flußgebiete des Juquia eine so große Rolle spielen. Die Randpartien der Schotterbänke sind durch die bei der Zersetzung des Glimmers der Geschiebe entstehenden Eisenhydrate oft braunrot gefärbt.

Der Wasserarm, durch welchen der Rio Mambú und Rio branco nicht weit oberhalb ihres Zusammenflusses miteinander in Verbindung stehen, ist 8 bis 10 *m* breit, die Strömung in ihm gegen den Mambú hin gerichtet. Der aufwärts von diesem Kanale zunächst folgende Teil des Mittellaufes des Rio branco ist etwa 12 bis 15 *m* breit, vielfach gekrümmt, von durchschnittlich geringer, aber wenig wechselnder Tiefe; er zeigt eine mehr gleichmäßige Strömung ohne Stromschnellen und

ohne Verlegung des Fahrwassers durch Baumstrünke und Wurzelwerk. Die Anschwemmungen an den konvexen Uferseiten sind rein sandig und zeigen noch keine Tendenz zum Übergange in Kies und Schotter.

Die Ungleichheit in dem Verhalten der beiden vorgenannten Flußstrecken erklärt sich leicht aus der eingangs erwähnten Verschiedenheit ihrer Lage. Das Tal des Rio Mambú dringt quer in das Gebirge ein und dieser Fluß nimmt so talaufwärts rasch die Eigentümlichkeiten eines Bergstromes an; der Mittellauf des Rio branco folgt der Randzone des Gebirges und behält so talaufwärts länger den Charakter eines Hügellandgewässers bei. Die Expedition befuhr den Rio branco bis zu einer etwa eine halbe Tagreise stromaufwärts von der Mündung des Mambú gelegenen Stelle, in deren Nachbarschaft ein von Alligatoren bewohnter, sehr trüber Tümpel liegt. An ein paar Stellen im Flußbette und an den Ufern zeigten sich dort Felsen von eisenschüssigem, dunklem Glimmerschiefer. Der Schlemmrückstand der Flußsande war in jener Gegend reich an Turmalin und dunklem Glimmer, weiter abwärts zeigte sich dagegen kein schwarzer Rückstand in dem fast ganz aus Quarz bestehenden Sande. Der unterste Teil des Rio Aguapihú ist etwa 15 bis 10 *m* breit, vielfach hin- und hergewunden und stellt ein völlig ruhiges dunkles Gewässer ohne sichtbare Strömung dar, auf dessen Oberfläche viele Blätter und sonstige Pflanzenteile schwimmen. Die üppige, den Fluß besäumende Vegetation reicht bis zum Wasserspiegel, so daß sich die Bodenbeschaffenheit der Ufer nicht enthüllt.

III.

Die dritte Reise der Expedition ging in das Innere des Staates São Paulo zum Rio Paranapanema, einem der großen linksseitigen Nebenflüsse des Paraná. Das Ziel war der Salto grande, der mächtige Wasserfall, den der Paranapanema in seinem Oberlaufe bildet. Diese Reise nahm ihren Ausgangspunkt in Cerqueira Cesar, der damaligen Endstation der in das Gebiet des Paranapanema führenden Eisenbahn. Man wandte sich zunächst zu der unweit der Ortschaft Ilha grande gelegenen Fazenda Bella vista, deren Besitzer, Herr Enrique

d'Acunha Bueno, die Expeditionsmitglieder in liebenswürdigster Weise zu sich geladen hatte, durchforschte die Umgebung dieser Fazenda und zog dann zum Salto grande weiter, in dessen Umgebung mehrere Touren unternommen wurden. Am Rückwege wurde eine weiter nördlich gelegene Route eingeschlagen und über Santa Cruz do Rio Pardo, Lageado und Oleo der schon genannte Ausgangspunkt der Reise wieder erreicht.

Das Gebiet des oberen Paranapanema besteht aus ziemlich flach gelagerten roten und braunen Sandsteinen, die an vielen Stellen von Porphyriten durchbrochen sind. Bezüglich dieser Sandsteine wird von Seite der Paulistaner Geologen vermutet, daß sie permischen Alters seien. Auch im Gebiete des oberen Paranapanema ist der felsige Untergrund oft auf weite Strecken hin durch Eluvialgebilde dem Anblick entzogen.

Die Route von Cerqueira Cesar nach Ilha grande führt zunächst über flachgewelltes, streckenweise fast ebenes Land, dann durchquert man einige, durch sehr breite Rücken getrennte Tälchen, die von kleinen, sanft hinschleichenden Bächen durchzogen sind. Nach Ilha grande werden die Rücken zwischen den wasserführenden Talfurchen schmäler und die Landschaft nimmt allmählich den Charakter eines Hügellandes an. In dieser Gegend sieht man stellenweise an stärker geneigten Hängen Sandsteine und Porphyrite aus den Eluvien auftauchen. Auch bei der Fazenda Bella vista sind Diabase (6) sichtbar. In der Region zwischen dieser Fazenda und dem Paranapanema stehen an mehreren Stellen braune verwitterte Sandsteine an, so auf dem Wege zwischen der Fazenda des Dr. Gonzaga und dem unterhalb derselben gelegenen Kolonistendorfe und auf dem Wege von diesem Dorfe zum rechten Ufer des vorgenannten Stromes. Der Besuch der Uferstelle des Paranapanema, welche man daselbst erreicht, sollte den Expeditionsmitgliedern den Anblick eines südbrasilischen Vorkommens von Gold und Diamanten bieten. Aus dem am Ufer angeschwemmten Sande sind zunächst viele gelbe, milchweiße und durchsichtige Quarzkörner zu entfernen. Beim Schlämmen der nach Beseitigung dieser gröberen Gemengteile zurückbleibenden feinen gelblichen Sandmasse

erhält man einen ziemlich reichlichen dunklen Rückstand aus Hornblende- und Glimmerteilchen und bei länger fortgesetztem vorsichtigem Schlämmen dieses Rückstandes sind endlich vereinzelte Goldkörnchen zu gewinnen. Es kommt hiebei etwa auf eine Handvoll des dunklen Schlämmrückstandes ein Goldkörnchen und es handelt sich demnach um einen nur sehr geringen Goldgehalt des Sandes. Noch seltener als Gold scheinen kleine Diamanten vorzukommen, die gelblich gefärbt, manchmal jedoch auch rein und farblos sein sollen. Eine von dem eben besprochenen Punkte nicht sehr weit entfernte andere Uferstelle soll goldreicher, beziehungsweise weniger goldarm sein, doch bot sich nicht Gelegenheit, diese Angabe auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Neben feineren und gröberen Sanden fanden sich an der von der Expedition besuchten Uferstelle auch Schotter und faust- bis kopfgroße Geschiebe. Diese bestehen meist aus braunrot gefärbtem Quarz oder aus Diabas (6), Feldspatbasalt (9) und Porphyriten. In den Schotterlagen finden sich neben vielen undurchsichtigen gelb- bis rotbraun gefärbten Kieselsteinen auch schöne Karneole. Sie sind zum Teil ganz, zum Teil nur an den Rändern durchscheinend, zumeist einfärbig hell- bis dunkelrot oder dunkelgelb gefärbt, nicht selten aber schön gezeichnet und gebändert. Ein Teil dieser Steinchen ist abgerundet und geglättet, andere zeigen dagegen an ihrer Oberfläche grubige Vertiefungen, im Aussehen jenen nicht unähnlich, welche man an den Moldaviten wahrnimmt.

Auf der Route von der Ortschaft Ilha grande zum Wasserfall des Paranapanema reitet man zunächst über flachwelliges Lateritterrain, später wird der Rio Pardo, ein Nebenfluß des Paranapanema, unterhalb einer Stromschnelle überschritten, dann eine Schlinge dieses Flusses, in der er gleichfalls Katarakte bildet, in weitem Bogen umgangen und nach weiterem Ritte durch Ebenen und flache Mulden der Rio Turvo erreicht, der sich mit dem vorhergenannten Flusse vor seiner Mündung in den Paranapanema nicht weit oberhalb des Salto grande vereinigt. Der Boden ist in diesen Gegenden zum Teil mit Grasfluren, zum Teil mit Wald bedeckt, anstehendes Gestein nicht sichtbar.

Der Paranapanema wird dort, wo er den bereits erwähnten großen Fall bildet, durch eine schmale Insel in zwei Arme geteilt. Diese Insel ist anfangs dem rechten (nördlichen) Ufer genähert und zieht dann schief durch das Strombett gegen das Südufer hinüber, so daß sich der rechtsseitige Arm stromabwärts allmählich verbreitert, der linksseitige dagegen in dieser Richtung eine starke Verengerung erfährt. Der Boden des rechtsseitigen Stromarmes stellt eine unebene, geneigte Fläche dar; im linksseitigen Arme wird dagegen die entsprechende Niveauänderung des Strombettes durch eine hohe Terrainstufe vermittelt. Die Wassermassen bilden demzufolge nordwärts von der genannten Insel wilde Stromschnellen und Katarakte (Cachoeira), südwärts von der Insel einen mächtigen, breiten Fall (Salto). Aus der Cachoeira ragen mehrere Felsriffe auf. Der dem Nordufer benachbarte Teil der Cachoeira zeigt einen unvollkommen treppenförmigen Aufbau; in ihrem gegen die Insel zu gelegenen Teile schäumen die Wassermassen in einem breiten Gusse über eine schiefe Ebene hinab. Auch aus dem mächtig tosenden Salto sieht man mehrere Klippen hervorschauen; an seinem Fuße sind zwei schief zur Längsrichtung des Falles verlaufende Felsinselchen vorhanden. In dem dreieckigen Becken, das durch die Konvergenz der beiden Ufer des südlichen Stromarmes unterhalb des Salto zu stande kommt, befinden sich die Wassermassen in relativer Ruhe. Durch den engen Felskanal, der zwischen der Westspitze der Saltoinsel und dem südlichen Stromufer offen bleibt, schäumen sie aber mit großer Wucht hindurch. Die Felsbarre, deren Einschaltung in das Bett des Paranapanema zur Entstehung des gewaltigen Naturschauspieles Anlaß gibt, besteht aus einem leukokraten Diabas (5). Derselbe ist feinkörnig, sehr hart, in frischen Stücken graugrün, wobei der grüne Farbenton bei der Betrachtung aus der Nähe mehr gegen den grauen zurückzutreten scheint, im verwitterten Zustande rostbraun bis braunrot. Dieser Diabas zeigt an den Ufern beider Stromarme sehr eigentümliche Felsformen, zahlreiche, tief ausgehöhlte Löcher, Becken und Wannen, wie sie nur erodierende Kräfte von gewaltiger Größe in einem so harten Gesteine auszuscheuern vermochten. Solche Hohlgebilde sieht man ins-

besondere an dem der Cachoeira und dem dem Salto zugekehrten Steilrande der Insel und im Innern derselben, soweit dasselbe nicht mit dichter Vegetation bedeckt ist; ferner beiderseits des Felskanales, in welchen der Saltoarm vor seiner Wiedervereinigung mit dem Cachoeiraarme eingeengt wird. Das nördliche Ufer des die Cachoeira bildenden Armes ist ziemlich flach und sandig. Größere Diabasklippen treten an diesem Ufer nur gegenüber der Westspitze der schon öfter genannten Insel auf. Auf der Südseite der Cachoeira erhebt sich das Ufer steil und felsig, von mehreren kleinen Buchten zerschnitten, in deren Wände zahlreiche Erosionsbecken eingesenkt sind. Ein Teil dieser Becken und Wannen ist mit stehendem Wasser gefüllt. Weiter stromabwärts trifft man längs dieses Ufers eine große Zahl fest ineinander verkeilter Blöcke von Diabas. Das dem Salto zugewendete Steilufer der Insel ist gleichfalls sehr felsig. In den Nischen zwischen den hier vorspringenden Klippen sind Quarzsande angehäuft, deren lichtgelbe Farbe gegen den dunklen Ton des Gesteins scharf kontrastiert. Unterhalb des Salto erscheinen die Diabasmassen am Südufer der Insel von schmalen, unter verschiedenen Winkeln sich kreuzenden Gängen eines harten glimmerigen Sandsteines durchsetzt. An der Oberfläche zeigt sich das Bild eines Netzwerkes von schmalen Sandsteinwülsten, dessen rhomboidale Maschen von Diabas eingenommen sind. Die so beschaffenen Felsen setzen sich bis zu einer kleinen Bucht hin fort, welche in die Nordseite der Stromenge am Ende des Saltoarmes eingeschnitten ist. Diese Enge wird beiderseits von stark ausgenagten, steil abfallenden Felsufern begrenzt. Am linken Ufer springt ein Felssporn vor, der eine in der geradlinigen Fortsetzung des Eingangsstückes der Stromenge gelegene kleine Bucht von der gegen rechts umbiegenden Fortsetzung der Stromenge trennt. Auch unterhalb der Mündung dieser Enge sieht man am linken Ufer viele rostbraune Felsen und Blöcke von Diabas. Ein eigentümliches, am Salto grande vorkommendes Verwitterungsprodukt des Diabases sind pisolithähnliche Gesteinspartien, deren Kügelchen eine dünne grüne Schale und einen weißen Kern besitzen. Erstere besteht

aus Delessit, letzterer aus zersetztem Quarz oder zersetzten Zeolithen.

Auf der rechten Seite des Paranapanema reicht der Diabas nicht weit über die Uferregion hinaus. An dem zum Teil mit Kaffeeplantagen bedeckten Abhange, der sich nordwärts vom Strome hinanzieht, stehen schon braunrote Sandsteine an.

Vom Salto grande aus unternahm die Expedition noch eine Kanoefahrt stromabwärts auf dem Paranapanema. Der mächtige Strom hat unterhalb des Wasserfalles noch mehrere reißende Stellen. Ab und zu erblickt man im Strombett und an beiden Ufern dunkle Felsen, die wohl auch aus dem beim Salto grande anstehenden Diabas bestehen mögen. An einer Stelle zeigte sich eine Bank von lichtem Sande aus meist farblosen Quarzkörnchen und spärlichen Glimmerschüppchen. Eine halbe Tagreise talabwärts vom Salto erfährt der Strom durch eine schmale Insel, die Ilha grande, wieder vorübergehend eine Teilung in zwei Arme. Am oberen Ende dieser Insel steht ein Feldspatbasalt (8) an. In losen Stücken findet sich dasselbe Eruptivgestein gegenüber von der Ilha grande am linken Ufer des Paranapanema unweit einer dort im Urwalde versteckten Indianerhütte (8). Ein anderes, in dieser Gegend vorkommendes Gestein hat das Aussehen eines Diabasmandelsteines.

Der Rückweg nach Cerqueira Cesar über Santa Cruz do Rio Pardo und Oleo war in geologischer Hinsicht nicht anziehender als die zur Ausreise gewählte Route: flachwelliges Lateritterrain abwechselnd mit Grasfluren und Wald bedeckt, nur selten loses und noch seltener anstehendes Gestein zu sehen. Bei Santa Cruz tritt ein graubrauner, weiß gesprenkelter Diabasporphyrit zu Tage. In einem kleinen Flußtale, das zwischen Lageado und Oleo durchquert wird, trifft man einen schwärzlichen, feinkörnigen Feldspatbasalt (9), teils anstehend am Wegrande, teils in losgebrochenen Trümmern. An diesem Gestein ist stellenweise eine deutlich schalenförmige Absonderung zu bemerken. Nach Oleo zeigen sich am Wege stark verwitterte braunrote Sandsteine und später lose Stücke eines dem vorerwähnten im Aussehen ähnlichen Porphyrites.

Bei Cerqueira Cesar erscheint ein im frischen Bruche dunkelgrünlicher bis schwarzer, im verwitterten Zustande gelbbrauner Diabasporphyrit und ein grauschwarzer Feldspatbasalt (8). Aus ihnen bestehen die Felsmassen, über die der Ribeiron dos tres ranchos zirka 20 Minuten vom Orte entfernt unter Bildung eines malerischen Wasserfalles hinabstürzt.

IV.

Die vierte, zwischen Mitte August und Mitte September unternommene Reise bezweckte den Besuch der westlichen Serra Paranapiacaba.

Der Ausgangspunkt dieser Reise war Itapetininga. Die Route führte zuerst durch das von den Quellflüssen des Paranapanema durchschnittene Grasland nordwärts von der Serra Paranapiacaba bis Faxina. Eine Unterbrechung erfuhr dieser erste Teil der Reise anläßlich des Besuches der unweit von Capão bonito gelegenen Fazenda des Coronel Crescentio, in welcher die Expedition sehr liebenswürdig aufgenommen wurde.

Ein Teil der Expeditionsmitglieder unternahm von hier aus eine Tour in die Waldschluchten der mittleren Serra Paranapiacaba.

Von Faxina aus erfolgte die Durchquerung des Westabschnittes der soeben genannten Serra auf der Route Ribeiron branco—Apiahý und dann die Weiterreise bis nach Yporanga am Oberlaufe des Ribeiraflusses. Hieran schloß sich eine Kanoefahrt diesen Fluß hinab bis an seine Mündung bei Iguapé. Die weitere Rückreise geschah entlang der Küste über Conceicão do Itanhaen nach Santos; ich selbst unternahm noch einen Ausflug in das Gebiet von Pariqueira guassú westlich von Iguapé und kehrte dann zu Schiff nach Santos zurück. Das auf der vierten Reise durchzogene Gebiet besteht zum größten Teile aus kristallinen Schiefern; untergeordnet treten auch Kalke auf.

Der Weg von Itapetininga zur Fazenda des Coronel Crescentio bei Capão bonito führt durch sanft gewelltes Eluvialterrain, in welches einige flache, von Bächen durch-

querte Talrinnen eingeschnitten sind. Von größeren Gewässern passiert man den Rio Itapetininga und den Rio Paranapanema, beides stattliche, 15 bis 20 *m* breite Flußläufe mit schön bewaldeten Ufern. Südwärts von Capão bonito wird die Gegend mehr gebirgig; man tritt in enge Täler ein, die steile Abhänge haben. Das größte dieser Täler ist vom Rio das Almas, einer Quellader des Paranapanema, durchflossen. Dann folgt das urwaldreiche Tal des Ribeiron do Chapeo, das in die nördlichen Vorberge des Morro da Virasuia eingeschnitten ist. Dieser Höhenzug bildet ein Teilstück des Hauptrückens der Serra. Im Rinnsale des Ribeiron do Chapeo trifft man Geschiebe aus verschiedenen kristallinischen Gesteinen, Hornblendeschiefer, grünliche Talkschiefer, feinschuppige Phyllite (17) blättrige glimmerreiche Schiefer (16*b*), dunkelrote tonige Schiefer und Quarzite. In der Nähe des Chapeotales breitet sich ein Hochtal aus, in welchem eine in Schieferbergen unerwartete Geländeform auftritt: ein Karstrelief. Das Erscheinen dieses morphologischen Typus ist an das Vorkommen eines dichten, grauen, von Calcitadern durchsetzten Kalksteines gebunden. Organische Reste ließen sich darin in der zum Suchen zur Verfügung gestandenen kurzen Zeit nicht finden. Nach seinem Aussehen würde man fast geneigt sein, diesen Kalk für mesozoisch zu halten; doch ist es unter den Bedingungen seines Auftretens klar, daß man eine Kalkbildung von sehr hohem Alter vor sich hat. In der Gegend, wo der von der Expedition am Hin- und Rückwege benützte Pfad die Grenze dieses Kalkvorkommens gegen die umgebenden Schiefer überschreiten dürfte, waren keine Aufschlüsse vorhanden. Nach solchen anderwärts am Rande des Karstformen zeigenden Terrains, der auch der Grenze des Kalksteines entsprechen muß, zu suchen, reichte die sehr kurz bemessene Zeit nicht aus. So ließ sich leider über den Verband des fraglichen Kalkes mit den kristallinischen Schiefern seiner Umgebung nichts ermitteln.

Aus der Fülle der für Karstgebiete bezeichnenden Erscheinungen treten geschlossene Mulden, Höhlen und Karren auf. Das verkarstete Gebiet dehnt sich rechts von dem Bache aus, der das vorhin erwähnte Tal in einem tiefgelegenen Rinnsale durchfließt.

Man sieht dort viele Hügel und Rücken, zwischen denen Mulden eingesenkt sind, die zum Teil ganz den Habitus der Dolinen des adriatischen Karstes zeigen. In der gegen das Bachbett zu gelegenen Randzone dieser Dolinenregion befinden sich zwei Grotten. Der Eingang in die tiefer gelegene ist ein nicht weit oberhalb des Baches befindlicher Felsspalt. Die höher gelegene, von der Expedition besuchte Grotte öffnet sich mit einem etwa 8 *m* langen und 2 *m* breiten unteren Mundloche. Man kommt zunächst in eine Höhle von 8 *m* Höhe und einigen Metern im Geviert, die sich zu einem unregelmäßigen, 2 *m* breiten und 4 bis 6 *m* hohen Felskanal verengt. Derselbe verläuft beiläufig 30 *m* lang gegen Südsüdwest und biegt dann — sich erweiternd — gegen Osten um. Gleich nach dieser Biegung mündet gegenüber einer großen Nische ein Seitengang, der zunächst absteigend und dann eben in nordöstlicher Richtung ins Freie führt.

Der breite Hauptgang steigt dann an und schließt mit einer Erweiterung ab, welche durch ein Felsenfenster direkt mit der Außenwelt kommuniziert und durch einen gegen Norden abgehenden engen Gang mit einer zirka 6 *m* hohen und 6 *m* langen Höhlung in Verbindung steht, die sich ihrerseits durch ein Loch von etwas mehr als 1 *m* im Geviert nach außen öffnet. Von der früher erwähnten Höhle, in die man durch das große untere Mundloch eintritt, geht ein etwa 6 *m* hoher, 1 bis 2 *m* breiter Felskanal in südlicher Richtung ab, der sich einerseits zu einem engen Gang verschmälert, der mit zwei unter rechtem Winkel divergierenden Aussackungen endet und andrerseits zu einer Höhle führt, die zirka 10 *m* in der Höhe und 5 bis 6 *m* im Durchmesser mißt und sich gegen unten in einen Schlund verengt, aus dem man Wasser heraufrauschen hört. Von dieser Höhle geht ein enger Gang ab, der sich nach einer Längserstreckung von 8 *m* ausweitet und in einen sehr steil gegen Südwest aufsteigenden Schlot fortsetzt. Die Wände aller dieser Höhlen und Kanäle sind stark ausgewaschen; hinsichtlich des Reichtums an Stalaktiten und Sinterüberzügen und betreffs der Prachtentfaltung dieser Bildungen stehen die skizzierten Höhlengänge den berühmten Grotten des liburnischen Karstes wohl bedeutend nach; doch

finden sich einige schöne Sintersäulen im obersten Höhlenteile und ein schöner Tropfsteinvorhang nahe der unteren Eingangspforte.

Bei der flüchtigen Durchstreifung der soeben beschriebenen Grotte fiel ich plötzlich in ein Loch. Als ich mich herausgearbeitet hatte, schien es mir, daß das eine meiner Kniegelenke innerlich verletzt sein müsse und nur mühsam konnte ich mich zum oberen Höhlenausgang schleppen, um meine Gefährten zu erreichen. Konnte ich auch noch am Unglückstage den weiten Rückweg bis zur Fazenda bei Capão bonito zu Pferd zurücklegen und an den dann folgenden Tagen an dem Ritte quer über die Serra teilnehmen, so war doch nun meine Bewegungsfähigkeit zu Fuß auf das äußerste beschränkt. Besonders schmerzlich mußte ich es empfinden, daß mir durch den Unfall auch die Teilnahme an der kleinen fünften Expeditionsreise, deren Ziel das Itatiaiagebirge war, versagt blieb.

Der Weg von der Fazenda des Coronel Crescentio bis Faxina führt durch flachwelliges Grasland mit Araucarienbeständen und überschreitet einige linksseitige Zuflüsse des oberen Paranapanema, darunter den großen Apiahý.

Stellenweise treten gelbe und rote mergelige Schichten auf. Weiter westwärts folgen schön geschichtete Sandsteine, welche an den Seiten der Bachbetten treppenförmige Abhänge bilden. Reich entwickelt zeigen sich diese (permischen?) Sandsteine bei Faxina. Sie sind dort zum Teile sehr grobkörnig und in dicken, flach gelagerten Bänken abgesondert. Auf der Ostseite der Stadt treten die Köpfe dieser Schichten als eine lange Felswand vor. Südlich von Faxina, woselbst der Weg über einen weite Ausblicke bietenden Rücken führt, trifft man zunächst auch noch feine rote und grobe braune verwitterte Sandsteine an. Dann passiert man zwei Quarzgänge, deren erster im Relief als hohe Barre in Erscheinung tritt. Nach Überquerung eines waldbedeckten Rückens erscheinen bei weiterer Annäherung an die Serraregion kristalline Schiefer und granitische Gesteine. Kurz bevor man nach Ribeiron branco kommt, bemerkt man in einer von einem Bach durchflossenen Talung eine Anzahl Blöcke von grobkörnigem Granit, in welchem die Feldspate ausgewittert sind. Gleich nach Ribeiron

branco steht ein ähnlicher Granit an, welcher eine schalige Absonderung zeigt. Dann passiert man auf dem Wege nach der Serra Quarzgänge, rote, glimmerreiche, verwitterte Schiefer, seiger gestellte, dünnplattige Kalkschiefer, hellgrauen Kieselkalk (20) und dann wieder Granit und Gänge von Quarz.

Nach Überschreitung einiger Höhen erreicht man die Talmulde von Capoeiras, welche von einem Quellbache des Apiahý guassú durchrauscht wird, und steigt dann zum Hauptzuge der Serra an. Dieser besteht auch hier aus mehreren, durch Hochmulden getrennten Hügelrücken von wenig unterschiedlicher Höhe. Am Aufbaue dieser Rücken nehmen — ähnlich wie im östlichen Gebirgsteile — vorzugsweise rote Glimmerschiefer mit Quarzgängen Anteil. Am höchsten Punkte der Wasserscheide wurde Quarz gefunden.

An dem von klaren Quellbächen durchrauschten Südabfalle der Serra, welcher etwas steiler ist als der nördliche Abhang, trifft man stellenweise rote und graue Glimmerschiefer und tiefer unten in einer von alten Araucarien umstandenen Wiesenmulde mehrmals große rundliche Blöcke von Granit, dann kurz vor Apiahý wieder Schiefer.

Die Gegend von Apiahý ist als goldführend bekannt und in geologischer Hinsicht schon studiert worden. Ich mußte mich ob meiner Knieverletzung mit einem Ritte auf den Goldberg, den Morro do Ouro, begnügen. Am Ostfuße desselben sieht man noch einfache hölzerne Vorrichtungen für die Goldgewinnung und zahlreiche Trümmer des goldführenden Ganggesteines angehäuft. Dasselbe ist ein grauer Quarz mit Adern von Brauneisenstein, stellenweise auch mit eingesprengtem Eisenkiese. Gleich neben dem halbverfallenen Pochwerk sieht man einen Aufschluß von sehr steil gestelltem, weinrotem Glimmerschiefer mit zwei in ihrer Breite zwischen 2 und 3 *dm* schwankenden Quarzgängen, welche den Schiefer schräg durchsetzen. Am Serpentinenwege, der von dort zum Sattel zwischen zwei Kuppen des Morro do Ouro hinaufführt, passiert man teils verwitterte, teils frischere Partien des eben genannten Schiefers. Seine Farbe ist höher oben am Berge mehr braun bis grau. Man sieht hie und da Quarzgänge; die Zahl derselben ist jedoch nicht groß. Sie durchsetzen bei einer Breite zwischen

1 und 3 *dm* das fast seiger gestellte Grundgestein in schiefer Richtung. Nahe der erwähnten Einsattlung liegt eine Grube, wo ein etwa 3 *m* breiter Quarzgang aufgeschlossen ist.

In der Gipfelregion des Morro do Ouro, welche aus mehreren Felskuppen besteht, sieht man Klippen und Trümmer eines kieseligen, manganhaltigen, schwarzbraunen Eisensteins und daneben als dessen Verwitterungsprodukt eine orangerote ockerreiche Erde.

Der Weg von Apiahý nach Yporanga führt zunächst durch Gräben und über Rücken hinan zur Serra do Taquaral und dann steil bergab in das Tal der Passa vinte. Was auf dieser Teilstrecke von Gestein zu sehen, sind graue und braunrote Glimmerschiefer und Quarzite. Von dem zwischen Schieferblöcken dahinschäumenden Bach von Passa vinte geht es dann in vielen Windungen steil hinauf bis zum Morro Caquinho und dann in zahlreichen Serpentinen steil hinab in eine tiefe, von einem Wildbache durchtoste Schlucht. Zu beiden Seiten der Paßhöhe des Morro Caquinho ragen schroffe, aus steil gestellten Glimmerschiefern aufgebaute Felsspitzen empor. Bevor man zur Paßhöhe kommt, erblickt man auf der gegenüberliegenden nördlichen Talseite steil aufragende Felskegel. Nach Passierung der vorhin genannten Schlucht führt nun der Pfad zum dritten Male steil hinan, um einen weiteren Schieferberg, den Morro Tatu, zu gewinnen und dann in Windungen hinunter in den engen oberen Teil des Betarytales, hierauf am westlichen Abhang dieses Tales nochmals bergan und dann hinab in eine große Talweitung, wo nahe dem Ufer des Rio Betary, der hier schon 15 bis 20 *m* breit ist, die Hütten von Serra liegen. In dieser Gegend trifft man einen Kalk (21), der jenem ähnelt, welcher ober dem Chapeobache vorkommt. Wie dort, bedingt sein Auftreten auch in dieser Gegend inmitten der zertalten Schieferlandschaft Karsterscheinungen. Eine Wegstunde von den vorgenannten Hütten entfernt sollen schöne Höhlen sein und weiter nordostwärts befindet sich der »Curso subterraneo«, die unterirdische Teilstrecke eines Baches.

Von Serra talaufwärts führt der Pfad in vielen Windungen dahin, welche den Seitengräben am östlichen Gehänge des Betarytales folgen. Hier trifft man wieder vorzugsweise wein-

rote, glimmerreiche Schiefer, bald nach Serra auch granitische Gesteine. Endlich erblickt man vor sich in der Tiefe den Ribeira do Iguapé, von steilen Lehmufern und Sandbänken begleitet und mit einer kleinen Insel in der Mitte. Von da zieht sich der Weg entlang des linken Ufers nach Yporanga. Nordwärts von Yporanga, im Tale des gleichnamigen Flusses, befindet sich die Grotte von Monjolinho, welche die größte und schönste jener Höhlenbildungen ist, die durch Kalkvorkommnisse in der westlichen Serra Paranapiacaba bedingt sind. Ihr Besuch konnte aber nicht in das Expeditionsprogramm aufgenommen werden.

Der Ribeirafluß, auf welchem von Yporanga aus die Rückreise der Expedition erfolgte, bildet ober- und unterhalb dieses Ortes mehrere Stromschnellen. Talaufwärts erreicht man die Cachoeira grande, welcher eine kleine Insel vorliegt. In der davor befindlichen Schotterbank spielen die kristallinen Schiefer, welche längs der Route Apiahý—Yporanga auftreten, nur eine untergeordnete Rolle. Reich vertreten sind dagegen bunte, rot, violett und grün gefärbte blättrige Schiefer, Eläolithporphyr (2), Hornfels (19) und glimmerige Quarzite. Im Bereiche der Stromschnellen unterhalb Yporanga sieht man mehrorts steil gestellte, quer oder diagonal zum Flusse streichende dünnplattige dunkle Schiefer anstehen. Weiter abwärts werden Felsbarren und mit ihnen Stromschnellen immer seltener und es folgt dann ein ziemlich regelmäßiges Alternieren von steilen Lehmböschungen und Sandbänken an beiden Uferseiten.

Bei Barra do Batatal an der Mündung des Rio Pedro werden die Berge zu beiden Seiten des Ribeira niedriger, die Ufer bleiben aber noch zum Teile steil. Bei Xiririca baut sich der südliche Uferhang aus zwei Stufen auf. Auf der unteren derselben trifft man eine Anzahl von mit Krustenflechten überzogenen Blöcken von Quarzdiabas (4). Es sind zwei Varietäten, eine feinkörnige schwarze und eine minder fein gekörnte dunkelgraue unterscheidbar.

Talabwärts von der Mündung des Juquia (erste Expeditionsreise) flachen sich die Ufer des Ribeira allmählich ganz ab. Nahe der Küste tauchen aber wieder Anhöhen aus der Ebene empor. Bei Iguapé erhebt sich steil der Morro do Senhor. An seinen Abhängen

und an seinem Fuße treten stellenweise Felsmassen zu Tage, die aus Granodioritgneis (12) bestehen. Der Feldspat (Mikroklin) erscheint in durchschnittlich 1 *cm* dicken, 2 bis 3 *cm* langen blaß gelblichen Kristallen, doch kommen auch Gesteinspartien mit kleineren Kristallen vor. Der Feldspat bildet ferner 1 bis 2 *dm* breite Adern mit eingesprengtem Turmalin. Der vorwiegend dunkle Glimmer tritt in Streifen und Flasern auf; stellenweise zeigt er sich in größeren Partien ausgeschieden. Der Quarz ist fein verteilt. Dieser Granitgneis ist von fast geradlinigen, 10 bis 15 *cm* dicken Gängen eines schwärzlichen, in polyedrische Stücke zersplitternden Basaltes (7) durchsetzt. Von Iguapé zieht sich ein durch die Sanddünen der Ilha comprida vom Ozean getrennter Meeresarm bis gegen Cananea hin. Dort endet die Ilha comprida und es folgt jenseits des Querkanals, durch den der Meeresarm nun mit dem Ozean in Verbindung tritt, die große Ilha do Cardoso. An ihrer dem offenen Meere zugewandten Seite ragen schön geformte Gneisfelsen auf. Auch die der Ilha do Cardoso vorgelagerten kleinen Ilhas Moleques, sowie die nahe Ilha Abrigo haben felsige Steilküsten. Das von Dr. Schuster sub (3) beschriebene Gestein hatten wir Herrn Richard Krone in Iguapé zu verdanken. Die Expedition betrat die Ilha do Cardoso nicht, so daß ich über das Vorkommen nicht aus eigener Anschauung berichten kann. Das Auftreten isolierter Kuppen von Granitgneis bei Iguapé, nahe der Küste, fern vom Fuße der Serra, findet ein Analogon im Aufragen eines steilen Hügels bei Conceição do Itanhaen an der Mündung des Rio Branco (zweite Expeditionsreise). Dieser vom verfallenen Gemäuer eines alten Jesuitenklosters gekrönte Hügel besteht aus einem feldspatreichen Granitgneis (14), an welchem eine Absonderung in dicke Bänke, die steil aufgerichtet sind, erkennbar ist.

II.

Petrographische Untersuchung von Gesteinen aus Brasilien

von

Dr. **Karl Schuster.**

Zu Beginn des Jahres 1904 übergab mir Herr Professor Becke die reichhaltige Gesteinssammlung, welche im Jahre 1901

von der Expedition der kais. Akademie der Wissenschaften nach dem Staate S. Paulo in Brasilien von Herrn Dr. Fritz v. Kerner und anderen Teilnehmern mitgebracht worden war. Nachdem ich das Material geordnet hatte, traf ich eine Auswahl von den Gesteinen, die mir für eine petrographische Untersuchung geeignet erschienen.

Meinem hochgeehrten Lehrer, Herrn Professor Becke, spreche ich für die Förderung meiner Arbeit meinen herzlichsten Dank aus. Desgleichen danke ich auch Herrn Assistenten Dr. M. Stark für seine Unterstützung.

Bei den optischen Untersuchungen stützte ich mich auf die von meinem Lehrer gebotene Zusammenstellung.[1]

Besondere Aufmerksamkeit wendete ich der exakten Bestimmung der Feldspate zu und ich brachte nach Möglichkeit die von Max Schuster, von Michel-Lévy und F. Becke empfohlenen Methoden zur Anwendung. Insbesondere wurde bei der Bestimmung von Doppelzwillingen nach dem Karlsbader und Albitgesetz die Tabelle XXIII von Michel-Lévy,[2] für die übrigen Beobachtungen die Zusammenstellung von F. Becke[3] benützt.

Es erübrigt noch zu erwähnen, daß ich mich bei Beschreibung der Eruptivgesteine der von Rosenbusch[4] in die Petrographie eingeführten Nomenklatur anschloß, während ich bei den kristallinen Schiefern die von Becke[5] vorgeschlagene Bezeichnungsweise benützte.

Bei der Bearbeitung der petrographischen Ausbeute, die nicht einer systematischen Untersuchung entstammt, sondern gelegentlich auf den Exkursionen, die botanischen Zwecken dienten, mitgenommen wurde, liegt das Schwergewicht in der richtigen Bestimmung des Materials.

---

[1] F. Becke, Optische Untersuchungsmethoden. Denkschr. der kais. Akad. der Wissensch., math.-naturw. Kl., *75*, 57 ff., 1904.

[2] Étude sur la détermination des Feldspaths (troisième fascicule), Paris 1904.

[3] Zur Physiographie der Gemengteile kristalliner Schiefer (Feldspate), Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch., *75*, 1906.

[4] Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine, 1896, III. Aufl. — Elemente der Gesteinskunde.

[5] Mineralbestand und Struktur der krist. Schiefer, Denkschriften der Wiener Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl., 1903, *75*.

Bei der Anordnung der Gesteinsbeschreibungen suchte ich Ähnliches zu vereinigen, ohne daß hiedurch ein Anspruch auf eine strenge Systematik erhoben werden soll. Durch Verweisung auf die bezüglichen Stellen des Reiseberichtes von Dr. Kerner suchte ich die notwendige Beziehung auf die vielfach geologisch noch nicht oder doch nur mangelhaft bekannte Landschaft zu erreichen.

Die Gesteine sind hier in Gruppen zusammengefaßt, die das petrographisch Verwandte vereinigen. Die Verweise auf Dr. Kerner's vorangehenden Reisebericht werden die Ermittlung der geographischen Lage des Fundortes und der geologischen Zusammengehörigkeit erleichtern.

Die erste Gruppe umfaßt Eruptivgesteine aus der Verwandtschaft des Eläolithsyenits, der sogenannten Alkaligesteine (Rosenbusch) oder der atlantischen Sippe (Becke). Solche Gesteine sind aus Brasilien seit längerer Zeit bekannt. Die hier gebotenen Beschreibungen werden zu dem Bekannten einige aus diesem Gebiet noch nicht beschriebene Typen hinzufügen.

Die zweite Gruppe umfaßt Gesteine, die der Gruppe der Trappgesteine zufallen, deren weltweite Verbreitung immer deutlicher wird. Nach dem Reiseberichte von Dr. Kerner ist ihr Auftreten ein zweifaches: sie finden sich im Ribeiragebiet als Gänge im Grundgebirge, im Paranapanemagebiet als Durchbrüche im fossilleeren oberpermischen oder untertriadischen Sandstein.

Die Gesteine beider Gebiete zeigen weitgehende Ähnlichkeit, so daß sie in der petrographischen Beschreibung zusammengefaßt wurden.

Gesteine dieser Gruppe wurden vor längerer Zeit von Hovey aus der Umgebung von Rio de Janeiro beschrieben.[1]

Die dritte Gruppe umfaßt die granitischen Gesteine, welche unverkennbare Verwandtschaft mit den von Romberg aus Argentinien beschriebenen Graniten aufweisen. Nahe ist auch die Verwandtschaft mit den Granitgneisen der folgenden Gruppe.

Die vierte Gruppe umfaßt die kristallinen Schiefer, welche außer den eben erwähnten Granitgneisen auch eine

[1] Tschermak, Min.-petr. Mitt., XIII, 211 (1892).

Anzahl von Vorkommnissen umfassen, die höchstwahrscheinlich umgewandelte Sedimente sind. Der an den Schluß gestellte Turmalinquarzfels dürfte mit den von Dr. Kerner erwähnten pegmatitischen Intrusionen zusammenhängen.

Im Anhang wird ein Hornfels und zwei Proben von Kalksteinen zusammengestellt.

I. Dem Eläolithsyenit verwandte Gesteine.[1]

Unter den Eläolithsyenitgebieten Brasiliens, welche Fr. Graeff in der zitierten Arbeit aufzählt, erwähnt er auch den Pik von Itatiaia, Brasiliens höchste Erhebung, 3000 *m* hoch, in der Mantiqueirakette im Gneisgebiet nordwestlich von Rio de Janeiro und das Flußgebiet des Ribeira do Iguapé in dem westlichen Teil der Serra Paranapiacaba.

1. Sodalithsyenit vom Pik von Itatiaia.[2]

In den von mir untersuchten Dünnschliffen konnte ich den Eläolith nirgends nachweisen. Es lagen zwei Handstücke vor, von denen das eine mittel- bis grobkörnig, das andere feinkörniger war und Anklänge an porphyrartige Struktur zeigte. Dieses Handstück war von einer braunen Verwitterungsrinde umgeben. Die hellgraue Farbe und das starke Zurücktreten der dunklen Gemengteile ist für das Gestein kennzeichnend. Die hellgrauen Kalifeldspate bilden bis zu 14 *mm* lange und 9 *mm* breite Tafeln nach *M* oder bis 15 *mm* lange, nach der

---

[1] Fr. Graeff, Mineralogisch-petrographische Untersuchung von Eläolithsyeniten von der Serra de Tinguá, Prov. Rio de Janeiro, Brasilien, N. Jahrb., 1887, II, 222. — O. A. Derby, On Nepheline rocks in Brazil, Ref. N. Jahrb., 1889, I, 119. — Jordano Machado, Beitrag zur Petrographie der südwestlichen Grenze zwischen Minas Geraes und S. Paulo, Min.-petr. Mitt., IX, 348 (1888).

[2] A. v. Lasaulx, Über das Vorkommen von Eläolithsyeniten und echten zu diesen gehörigen Eläolithporphyren aus der Serra Itatiaia, westl. von Rio de Janeiro in Brasilien, Sitzungsber. der Niederrhein. Ges. in Bonn, 6. Juli 1885, p. 231 bis 232.

Rosenbusch zählt das Gestein von Itatiaia zum Glimmerfoyait, Mikrosk. Physiographie der massigen Gesteine, 1896, III. Aufl., p. 180 und 191. Im Reisebericht von Dr. Kerner nicht erwähnt.

Kante M/P gestreckte Leisten, zeigen auf Flächen der Zone 001/100 blauen Farbenschiller und Spaltbarkeit nach M/P und nach der Murchisonitfläche. Das unbewaffnete Auge bemerkt ferner noch weißen Plagioklas, geringe Mengen von schwarzen glänzenden Biotittäfelchen, ab und zu ein Hornblendekriställchen und wohlausgebildete dunkelhoniggelbe Titanite.

Unter dem Mikroskop verrät das Gestein hypidiomorph körnige, normal granitische Struktur.

Außer den bereits erwähnten Gemengteilen findet man bei genauer Untersuchung der Dünnschliffe noch etwas Sodalith, relativ viel Apatit, wenig Hornblende, sehr wenig monoklinen Pyroxen und Brauneisenerz als Umwandlung nach Biotit und hie und da Pyrit, letzteren im auffallenden Licht an seinem gelben Glanz zu erkennen. Was die dunklen Gemengteile betrifft, so herrscht der Biotit gegenüber der Hornblende, diese wieder gegenüber dem Pyroxen stark vor. Die sonst in Eläolithsyeniten öfter vorkommenden seltenen Mineralien scheinen ganz zu fehlen. Nach dem Mineralbestand wäre demnach das Gestein als Sodalithsyenit zu bezeichnen.

Der Alkalifeldspat bildet die Hauptmasse des Gesteins. Aus den grauen labradorisierenden Feldspateinsprenglingen wurden mittels des Fueß'schen Parallelschleifers aus Spaltblättchen nach M und P orientierte Dünnschliffe hergestellt und untersucht.

Schliffe nach M haben eine Auslöschungsschiefe von $+ 10°$ und lassen den Austritt der Mittellinie γ nahezu in der Mitte des Gesichtsfeldes und gekreuzte Dispersion erkennen. In einem der Schliffe bemerkte ich Spaltrisse in der Richtung der c-Achse, die zur Kante M/P einen Winkel von 70° bilden. Es entspricht dies der Murchisonitspaltbarkeit nach $\bar{8}01$. Auf P tritt die optische Normale etwas schief aus und man beobachtet gerade, etwas undulöse Auslöschung.

Der Alkalifeldspat ist mit einem wenig stärker lichtbrechenden Plagioklas verwachsen, der in Form von kleinen Inseln in ersterem steckt. Dieser Kalknatronfeldspat ist ein Oligoklasalbit, zeigt auf P Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetz und eine symmetrische Auslöschung von 3°. Die Achsen-

ebenen der beiden Feldspate weichen sehr wenig voneinander ab. Die Bestimmung des Brechungsexponenten nach der Immersionsmethode gab $\beta = 1 \cdot 526$ für den Alkalifeldspat.

In den Gesteinsdünnschliffen bildet der Alkalifeldspat große Individuen, welche aber keine scharfen Kristallbegrenzungen besitzen, zeigt häufig Zwillingsbildung nach dem Karlsbader Gesetz, ist optisch negativ und schwächer lichtbrechend als der Canadabalsam und angrenzende Plagioklasdurchschnitte. Wie in den orientierten Schliffen beobachtet man auch hier häufig die beschriebene Verwachsung mit Oligoklasalbit. Er ist häufig in ein erdiges, trübes Mineral umgewandelt; selten finden sich Pseudomorphosen aus einem glimmerähnlichen Mineral. Die hohe Auslöschungsschiefe auf *M* spricht dafür, daß dieser Feldspat ein Na-hältiger Orthoklas und identisch mit Brögger's Kryptoperthit[1] ist, der an vielen Stellen in einen Mikroperthit übergeht. Der bläuliche Farbenschiller beruht auf submikroskopischer Verwachsung der Kali- und Natronfeldspatsubstanz. Außer den erwähnten Oligoklasalbitinseln findet sich noch Plagioklas in durchaus selbständigen, wenn auch nicht scharf umgrenzten Individuen. Er tritt an Menge hinter dem Kalifeldspat sehr stark zurück, hat positiven Charakter der Doppelbrechung; die Achsen sind etwas dispergiert im Sinne von $\rho > v$. Der Achsenwinkel ist groß. Der Plagioklas ist stärker lichtbrechend als der Canadabalsam, zeigt Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetz und nicht selten gegen den äußersten Rand Zonarstruktur. Oft löscht die Hülle gleich aus mit dem im Alkalifeldspat steckenden Oligoklasalbit. Er ist frischer als der Orthoklas.

Die Bestimmung des Plagioklas erfolgte nach Professor Becke's Methode durch die Interferenzbilder von Zwillingen. In dem Kern eines Schnittes — in einem Dünnschliffe vom porphyrartigen Handstück — der nahe 010 getroffen war und in verwaschenen Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz den Austritt der Achsen zeigte, deren Ebenen gegen die Mittellinie α konvergierten, wurde der Winkel, den die *A*-Achse des einen mit

[1] Brögger, Die Mineralien der Syenit-Pegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite, Zeitschr. f. Krist., XVI, 524 (1890).

der B'-Achse des anderen Individuums einschließt, mit Camera lucida und Zeichentisch gemessen. Es war $AB' = 17°$. Dieser Wert läßt nach Becke's Tabelle entweder auf einen Oligoklas-Albit oder auf einen dem Andesin nahestehenden Oligoklas schließen. Derselbe Plagioklas ist nun orientiert eingeschlossen in einem Orthoklas, der mit kleinen Oligoklas-Albitinseln durchsetzt ist. Während nun der Kalifeldspat und diese Inseln fast die gleiche Lage der Achsenebene erkennen lassen, zeigt sich zwischen dem Plagioklas und dem Orthoklas eine große Abweichung, was die sauren Glieder der Plagioklasreihe ausschließt. Es ist also der Kalknatronfeldspat ein Oligoklas-Andesin mit 30% An. In einem Schliff des normal granitischen Handstückes fand sich ein Schnitt nahe parallel M, der in verwaschenen Albitlamellen den Achsenaustritt und in dem einen Individuum Zonarstruktur in Form einer Füllsubstanz zeigte. Die Messung erfolgte nach derselben Methode. Für das Kerngerüst war $AB' = 24°$, was einem Plagioklas von 33% An entspricht. Der Winkel, den die optische Achse der Füllsubstanz des einen mit der Achse des anderen Individuums einschließt, war 14°, woraus folgt, daß die Füllsubstanz etwas saurer ist.

Noch beschränkter als beim Plagioklas ist das Auftreten des Sodalith. Er findet sich in blaßrötlichen, nahezu farblosen größeren oder kleineren allotriomorphen Individuen und ist stets mehr oder weniger umgewandelt. Alle Schnitte sind isotrop. Dies, sowie die Lichtbrechung, welche niedriger ist als die des Canadabalsams und des Orthoklas, sprechen für Sodalith. Zu seiner Identifizierung wurde auch eine chemische Probe ausgeführt. Es handelte sich um den Nachweis des Cl. Etwa 2 g im Achatmörser fein gepulvertes Mineral wurden mit chlorfreier Salpetersäure längere Zeit gekocht und das Filtrat mit Silberlösung versetzt. Die charakteristische milchige Färbung gab ein positives Resultat. Unter den Pseudomorphosen nach Sodalith wurde an einer Stelle Calcit, der wohl durch Infiltration abgesetzt wurde, beobachtet. Er ist durch die deutlich ausgebildete Rhomboederspaltbarkeit, sehr hohe Doppelbrechung und im Vergleich mit Canadabalsam niedere Lichtbrechung in der α-Richtung gut charakterisiert. Auch Muskovit tritt an einigen Stellen nach Sodalith auf. Es

bilden sich farblose Blättchen, die γ in der Längsrichtung, höhere Licht- und Doppelbrechung als Feldspat und Sodalith, gerade Auslöschung, großen Achsenwinkel, optisch negativen Charakter zeigen. Das weitaus häufigste Umwandlungsprodukt ist ein farbloser Zeolith. Er bildet Blättchen, die bald α, bald γ in der Längsrichtung, wenig höhere Doppelbrechung als Orthoklas haben und schwächer lichtbrechend als der Canadabalsam sind. Die Achsenebene verläuft quer zur Längsrichtung.

Der Biotit ist intensiv gefärbt, eisenreich, bildet größere, meist unregelmäßig begrenzte Tafeln, besitzt einen sehr kleinen Achsenwinkel, so daß er fast einachsig erscheint, fast gerade Auslöschung auf 010 und starken Pleochroismus:

$$\gamma = \beta \quad > \quad \alpha$$

dunkelolivbraun gelb
(oder dunkelbraun).

Der Biotit ist fast stets frisch, selten in Brauneisenerz umgewandelt und überaus reich an Einschlüssen von Titanit und Apatit.

Die Hornblende findet sich entweder selbständig oder verwachsen mit monoklinem Pyroxen. Sie besitzt keine kristallographische Begrenzung, ist randlich meist ausgezackt, zeigt in Querschnitten deutliche Spaltbarkeit nach dem Prisma und ist stark pleochroitisch:

$$\gamma \geqq \beta \quad > \quad \alpha$$

dunkelolivenbraun hellgelblichbraun
(dunkelgrünbraun).

Zwillingsbildung nach (100) ist häufig. α ist erste Mittellinie, der optische Charakter demnach negativ. Die Auslöschungsschiefe wurde bestimmt an einem Schnitte parallel (010), in dem die Hornblende mit Pyroxen verwachsen war und bei beiden Mineralien die optische Normale senkrecht austrat.

Hornblende $c\gamma$ .....14° v,
Pyroxen $c\gamma$ .....48° v.

Bezüglich Aussehen und optischem Verhalten besteht kein Unterschied zwischen der selbständigen und der mit Pyroxen verwachsenen Hornblende.

Der monokline Pyroxen ist nahezu farblos mit einem Stich in Rosa. Zwillinge nach (100) sind nicht selten. Die der kristallographischen c-Achse naheliegende B-Achse zeigt starke Dispersion $\rho > v$ um die Mittellinie γ, während die A-Achse nicht dispergiert ist. Der Charakter der Doppelbrechung ist positiv. Der Achsenwinkel um die erste positive Mittellinie $2V = 54°$ wurde mit Camera lucida und drehbarem Zeichentisch an einem Schnitt gemessen, der die A-Achse und die Mittellinie γ austreten ließ. Sanduhr- und Zonenstruktur wurde nicht beobachtet.

Das Auftreten des Pyroxens ist fast immer an die braune kompakte Hornblende gebunden; stets bildet er den Kern und wird von der Hornblende umrandet.[1] Der Pyroxen zeigt gegenüber der Hornblende keine kristallographische Begrenzung. Vielmehr greifen beide Minerale buchtig und zackig ineinander ein; es kann diese Hornblende daher kaum als eine einfache Fortwachsung des Pyroxens angesehen werden, vielmehr wird man annehmen, daß derselbe vor der Ausscheidung der Hornblende teilweise aufgezehrt worden ist, diese also sich während der magmatischen Kristallisation auf Kosten des Pyroxens entwickelt habe. Langsame Abkühlung des Magmas dürfte diesen Vorgang begünstigt haben.[2] Beide Minerale haben parallele Vertikalachsen und gemeinsame optische Achsenebenen; die Mittellinie γ weicht bei beiden nach vorne von der Vertikalachse ab, die optischen A-Achsen fallen zusammen. Den besten Aufschluß über diese Verwachsung gab ein Zwilling nach (100) mit Interferenzbildern in allen vier Individuen. Ganz den gleichen Schnitt habe ich beim Diabas von Xiririca genau studiert und ich werde bei Beschreibung dieses Gesteins darauf zurückkommen.

Aus den angeführten Beobachtungen folgt für die Hornblende $2V_\alpha = 59°$.

---

[1] Fr. Martin, Die Gabbrogesteine in der Umgebung von Ronsperg in Böhmen, Min.-petr. Mitt., 1897, XVI, 111. — Franz Bauer, Petrographische Untersuchung des Duppauer Theralithvorkommens, Min.-petr. Mitt., 1903, XXII, 271. — A. v. Lasaulx, Sitzungsbericht der niederrheinischen Gesellschaft in Bonn, Sitzung vom 6. Juli 1885, p. 231.

[2] F. Becke, Gesteine der Columbretes, Min.-petr. Mitt., 1897, XVI, 327.

Der Titanit kommt in großen, sehr heilgraubraunen, unregelmäßig begrenzten Individuen mit zahlreichen Rissen und Sprüngen, öfter auch in der charakteristischen Briefkuvertform vor. Er ist etwas pleochroitisch: $\gamma > \beta$. Er findet sich aber auch in nahezu farblosen, sehr stark licht- und doppelbrechenden runden und länglichen Körnchen in größerer Anzahl. Ihr Achsenwinkel ist ziemlich klein, die Achse zeigt starke Dispersion $\rho > v$ um die Mittellinie γ. Der optische Charakter ist positiv. Diese Art von Titanit ist wohl sekundärer Natur und aus Titaneisen entstanden, das oft von einem schmalen Saum von Titanit umgeben in dem Gestein angetroffen wird. Der Titanit findet sich oft in Gesellschaft von Hornblende und Glimmer und besonders häufig als Einschluß in letzterem mit Apatit zusammen.

Als ältestes Ausscheidungsprodukt trifft man den Apatit in allen übrigen Gemengteilen in kleinen hexagonalen Durchschnitten und Säulchen, doch auch manchmal in größeren Prismen. Er läßt dann deutlich parallel der *c*-Achse orientierte stäbchenförmige Einschlüsse erkennen.

Von dem von Rosenbusch kurz beschriebenen Glimmerfoyait des Itatiaia unterscheiden sich unsere Handstücke durch das wenn auch sparsame Hervortreten von Hornblende und Pyroxen, durch das Auftreten einer anorthitreicheren Plagioklasmischung, durch das Fehlen des Eläolith; lauter Merkmale, die vermuten lassen, daß unser Gestein im Osann'schen Dreieck[1] eher in die Nähe der Typen San Vincente, 30 bis Brookville 34, gehören dürfte als in die Reihe von Ditro, 25 bis Transvaal, 28. Bezeichnend ist namentlich das Fehlen von Alkalipyroxenen und -Hornblenden.

2. Eläolithporphyr vom Ribeira de Iguapé oberhalb Yporanga.[2]

In einer sehr feinkörnigen, dunkelgrau gefärbten Grundmasse liegen zahlreiche schwarze, kurzprismatische, bis zu

[1] Min.-petr. Mitt. XIX, Taf. VIII.

[2] Ein zu den Eläolithporphyren unmittelbar hinüberführendes Gestein aus dem oberen Ribeiratal bei Yporanga, S. Paulo, Brasilien, erwähnt Rosenbusch, Mikr. Physiographie der massigen Gesteine, 3 Aufl., 429. — Reisebericht von Dr. Kerner, IV, p. 1132.

5 *mm* lange, sowie auch mehrere langgestreckte, fast nadelförmige Augitindividuen, sehr blaß rötliche, fettglänzende, bis 5 *mm* lange Eläolithe und weiße Einsprenglinge von sehr wechselnder Form. Das Gestein hat splittrigen Bruch. Unter dem Mikroskop zeigt es porphyrische Struktur mit holokristalliner, hypidiomorph körniger Grundmasse, welche aus Feldspat, Nephelin und Ägirin besteht. Der Nephelin der Grundmasse ist größtenteils in Cancrinit umgewandelt. Für dies Mineral sprechen die verhältnismäßig starke Doppel- und die sehr schwache Lichtbrechung. Bei Vergleich der Brechungsexponenten des Minerals mit denen eines senkrecht zur Mittellinie γ getroffenen Orthoklasdurchschnittes war $\alpha > \varepsilon$, $\beta > \omega$, beide Brechungsexponenten demnach in Parallelstellung kleiner als die des Feldspats.

Das Mineral bildet blättrige Aggregate, zeigt α in der Längsrichtung, löscht gerade aus, ist einachsig negativ. Die Prüfung des Gesteinspulvers auf CO_2 gab ein positives Resultat, was ebenfalls für Cancrinit spricht. Der Cancrinit ist nicht idiomorph begrenzt. Der Nephelin, aus dem er hervorgegangen ist, erfüllte als letzte Ausscheidung die Zwischenräume zwischen den Feldspatleisten.

Der Feldspat der Grundmasse ist ein natronhältiger Orthoklas. Er zeigt in Schnitten senkrecht zur Mittellinie γ eine Auslöschung von $+ 9°$ und ist schwächer lichtbrechend als Canadabalsam. Perthitbildung und Mikroklingitterung fehlen. Der Orthoklas ist vollkommen frisch, farblos, mit Stich ins Bräunliche, bildet größere breite divergentstrahlige Leisten, die nach der kristallographischen *a*-Achse gestreckt sind, zeigt häufig Zwillingsbildung nach dem Karlsbader, selten nach dem Manebacher Gesetz.

Der Ägirin der Grundmasse bildet nadelförmige, grüngefärbte, idiomorphe Mikrolithen, mit unregelmäßigen, zackig zerfressenen Endbegrenzungen. Die farblosen Gemengteile greifen in diese Zacken ein, was nach Rosenbusch[1] auf eine sehr lange Dauer der Ägirinbildung, welche offenbar neben der Kristallisation der farblosen Gemengteile

[1] Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine, 1896, III. Aufl., 155.

herging, schließen läßt. Die Nädelchen zeigen α in der Längsrichtung, eine sehr kleine Auslöschungsschiefe, sind stark doppelbrechend und schwach pleochroitisch: α tiefgrasgrün, γ gelblichbraun. Eine Ausbleichung des Ägirins ist nicht selten. Er findet sich auch als Einschluß im Feldspat und Cancrinit der Grundmasse. Manche Mikrolithen haben eine größere Auslöschungsschiefe, was auf Ägirinaugit hinweist.

In der so zusammengesetzten Grundmasse liegen zahlreiche Einsprenglinge von Pyroxen, einige Sodalithe, große Pseudomorphosen nach Leucit und bis 5 *mm* große Nepheline, ziemlich viel Titanit und Apatit, spärlich Biotit und Erze.

Der monokline Pyroxen bildet idiomorphe, kurz- oder langprismatische, an den Enden öfter korrodierte Säulen von wechselnder Größe. Stellenweise ist er in Nestern angehäuft und dann sind die Kristalle mehr oder weniger abgerundet. Auf den Querschnitten, die sehr vollkommene Spaltbarkeit nach dem Prisma zeigen, erkennt man, daß die Querfläche (100) gegenüber dem Prisma und der Längsfläche (010) sehr stark entwickelt ist. Die Längsfläche ist meist sehr schmal und verschwindet in manchen Querschnitten ganz. Zwillingsbildung nach 100 ist nicht häufig. Der Pyroxen ist meist nicht homogen, sondern läßt schöne Zonar- und Sanduhrstruktur erkennen. Im gewöhnlichen Licht ist er zum größten Teil grün gefärbt, weniger häufig rosaviolett, selten farblos. Der farblose Augit bildet als erste Ausscheidung nur den Kern einiger zonar gebauter Kristalle, welche eine rosaviolette, titanreiche Hülle besitzen. Viel zahlreicher sind Einsprenglinge mit rosaviolettem Kern und grüner Hülle. Häufig beobachtet man, daß der Pyroxen ganz unregelmäßig grün und violett gefleckt oder daß er im Kern grün, in der Hülle violett ist.

Der farblose Augit gestattete keine genauere Untersuchung, da geeignete Schnitte fehlten. Der grüne und violette Pyroxen sind pleochroitisch, ersterer stärker, letzterer schwach.

Grüner Pyroxen	Violetter Augit
α blaßgrün	blaßrosaviolett
β grün	violett
γ gelblich	fast farblos

$$\beta > \alpha$$

Der farblose und grüne Pyroxen sind stärker doppelbrechend als der violette, doch sind die Unterschiede gering.

Die Messung der Auslöschungsschiefe in einem Schnitt senkrecht auf die optische Normale (parallel 010) ergab:

k = Kern, s = Anwachskegel der Pyramide,
h = Hülle, m = Anwachskegel des Prismas.

$c\gamma k$...violett $54^1/_2°$
$c\gamma h$...grün $58°$

Ein anderer, etwas schief getroffener Schnitt nach 010 zeigte ein violettes Kerngerüst (Anwachskegel der Pyramide und des Prismas) und grüne Füllsubstanz.

$c\gamma k$....grün $51°$
$c\gamma m$....violett $46°$
$c\gamma s$....violett $42°$

Die Bisectricendispersion[1] $c\gamma_v > c\gamma_\rho$ läßt eine vollkommen genaue Bestimmung der Auslöschungsschiefe im Tageslicht nicht zu. Der Charakter der Doppelbrechung ist positiv. Beide optische Achsen sind dispergiert, und zwar beobachtete ich beim grünen Pyroxen für die auf 100 austretende A-Achse $v > \rho$, für die der kristallographischen c-Achse naheliegende B-Achse stark $\rho > v$.

Die homogenen Pyroxeneinsprenglinge sind grün gefärbt. Den äußersten schmalen Saum um die Augitkristalle bildet ein dunkelgrüner Ägirin, der in feinen Nädelchen sich an den ausgezackten Rand ringsum ansetzt und mit den Ägirinmikrolithen der Grundmasse identisch ist. Einschlüsse sind im Pyroxen nicht häufig. Es finden sich als Interpositionen Apatit, Magnetit, Biotit und braune, nicht näher bestimmbare, parallel angeordnete Nädelchen.

Der Nephelin tritt in farblosen, wasserhell durchsichtigen Prismen auf, die kristallographisch gut begrenzt sind, Spalt-

[1] M. Hunter und H. Rosenbusch, Über Monchiquit, ein camptonitisches Ganggestein etc., Min.-petr. Mitt., XI, 460, 1890.

barkeit nach Prisma und Endfläche und gerade Auslöschung zeigen. Er ist einachsig oder zweiachsig mit sehr kleinem Achsenwinkel und negativem Charakter der Doppelbrechung. Schnitte parallel der Achsenebene besitzen Andeutung von Faserung (versteckte Zwillingslamellierung).

Meistens ist der Nephelin nicht frisch, sondern teilweise oder ganz in blätterigen Cancrinit umgewandelt. Auch Pseudomorphosen von farblosen Glimmerschüppchen beobachtete ich in großen rechteckigen Nephelindurchschnitten.

Die großen Pseudoleucite[1] bestehen randlich aus vollkommen frischen, blaßrötlichen, idiomorphen Orthoklasleisten, die, oft Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz bildend, senkrecht und oft parallel den ehemaligen Leucitflächen liegen und dadurch polygonale Begrenzung des Pseudoleucits vortäuschen. Die Mitte dieser Gebilde wird von farblosem Analcim, blättrigem Cancrinit und Ägirinnädelchen eingenommen.

Der Sodalith ist vollständig umgewandelt in schwach licht- und doppelbrechende zeolithische Aggregate, die α in der Längsrichtung haben, deren nähere Bestimmung infolge der Feinheit der Blättchen nicht möglich war.

Der Apatit findet sich in meist abgerundeten, langgestreckten Säulchen oder kurzen Prismen, der Titanit in ziemlich großen, idiomorph begrenzten Kristallen, die häufig Briefkuvertform und manchmal Zwillingsbildung nach der Basis zeigen. Der Titanit zeigt große Achsendispersion $\rho > v$ und Pleochroismus:

$$\underset{\text{rötlich}}{\gamma} > \underset{\text{farblos}}{\alpha = \beta}$$

Magnetit und Biotit spielen in dem Gestein keine bedeutende Rolle. Letzterer ist tiefbraun gefärbt, stark pleochroitisch $\gamma = \beta > \alpha$ und idiomorph. Er bildet manchmal etwas größere Einsprenglinge.

---

[1] F. Graeff, N. Jahrb., 1887, II, 258; E. Hussak, N. Jahrb., 1890, I, 166 und 1892, II, 158; N. V. Ussing, Analcimpseudomorphosen nach Leucit, N. Jahrb., 1893, I, 500, Ref.

3. Amphibol-Monchiquitgang im Gneis von der Ilha do Cardoso südwestlich von Iguapé.[1]

Unter den zahlreichen Gesteinsproben fand sich auch ein Vertreter aus der Gefolgschaft des Eläolithsyenits von lamprophyrischem Charakter. Dem unbewaffneten Auge erscheint das Gestein von dunkler, grauschwarzer Farbe und porphyrischer Ausbildung. Man sieht zahlreiche kleine Blasenräume, die mit weißen Zeolithen oder deren amorphen speckstein-artigen Verwitterungsprodukten erfüllt sind. Oberflächlich ist es mit einer zarten Haut von Limonit bedeckt, die sich gegen das frische Gestein scharf abgrenzt. In der sehr feinkörnigen Grundmasse erkennt man bisweilen einen großen, auf Spaltflächen glänzenden, idiomorphen, bis 16 *mm* langen und $4^1/_2$ *mm* breiten, pechschwarzen Hornblendekristall, zahlreiche viel kleinere, in ihrer Größe stark variierende Kristalle von Augit und hie und da einen bis 10 *mm* langen, leistenförmigen Plagioklas mit Zwillingsbildung nach dem Karlsbader Gesetz.

Unter dem Mikroskop zeigt die Grundmasse hypokristalline Struktur. Außer den bereits mit freiem Auge sichtbaren Einsprenglingen erkennt man noch zahllose Hornblendesäulchen, Magnetit und mehrere bis 1 *mm* lange Olivinkristalle. Die Form des Pyroxens ist meist kurz prismatisch. Er findet sich oft in gut ausgebildeten Individuen, welche die Flächen 110, 100, 010, $\bar{1}11$ erkennen lassen, von denen die in der Prismenzone liegenden gewöhnlich im Gleichgewicht sind. Zwillingsbildung nach (100) ist nicht häufig, die Spaltbarkeit nach dem Prisma vollkommen. Unregelmäßige knäuelförmige Verwachsungen sind öfter zu beobachten. Die Pyroxene besitzen einen farblosen Kern und eine blaßrosa-violette, (nach Radde's Farbenskala 23*r*) titanreiche, sehr schwach pleochroitische Hülle. $\alpha = \beta > \gamma$. Homogene, violette Pyroxene sind selten. Schon im gewöhnlichen Licht läßt sich am Unterschied der Farbe eine schöne Sanduhrstruktur, meist verbunden

---

[1] M. Hunter und H. Rosenbusch, Über Monchiquit, ein camptonistisches Ganggestein aus der Gefolgschaft der Eläolithsyenite, Min.-petr. Mitt., XI, 445. — Reisebericht von Dr. Kerner IV, p. 1133.

mit einer nur zwischen + Nicols sichtbaren Zonarstruktur, beobachten. Der Kern ist oft reich an farblosen, häufig nadelförmigen, etwas schwächer lichtbrechenden Einschlüssen, vermutlich Apatit, während die Hülle frei davon ist.

An einem Schnitt nach (010), welcher im konvergenten polarisierten Lichte durch symmetrische Farbenverteilung den zentralen Austritt der optischen Normalen zeigte, beobachtete ich in der schmalen Hülle Anwachskegel nach dem Prisma (*m*) und der Pyramide (*s*); der Kern (*k*) zeigte sich frei davon.

Die Messung der Auslöschungsschiefe ergab:

$$c\gamma\ k \ldots . 50° \quad v$$
$$c\gamma\ s \ldots . 52° \quad v$$
$$c\gamma\ m \ldots 58°\ 30'\ v$$

Schwache Bisectricendispersion in der Hülle $c\gamma_v > c\gamma_\rho$.

Ein bedeutend größerer Einsprengling, der parallel 010 zentral geschnitten war und bei dem die Anwachspyramiden durch Zonarstruktur gebändert erschienen, zeigte:

$$c\gamma\ s \ldots . 45^1/_2°$$
$$c\gamma\ m \ldots 54^1/_2°.$$

Die Anwachskegel von *s* und *m* reichten bis zur Mitte. Die Bisectricendispersion im Prisma war $c\gamma_v > c\gamma_\rho$.

Die Anwachskegel des Prismas waren stärker gefärbt, aber schwächer doppelbrechend als die der Pyramide und als der farblose Kern. Diese Beobachtungen stimmen mit den Angaben Sigmund's[1] überein, wonach die Auslöschungsschiefe auf 010 stets in den Anwachskegeln des Prismas am größten, im Kern aber am kleinsten ist. Der Pyroxen ist optisch positiv. Die Dispersion der Achsen ist geneigt; die Achse *A*, welche auf 100 austritt, ist schwach, die der kristallographischen *c*-Achse näherliegende optische *B*-Achse stark dispergiert. Ich beobachtete $\rho > v$ um die Mittellinie γ. Nicht selten erkennt man, daß der Augit an der äußersten Hülle

[1] A. Sigmund, Die Basalte der Steiermark, Min.-petr. Mitt., 1895, XV, 375 und 1896, XVI, 342.

etwas magmatisch korrodiert ist. Zahllose braune, stark pleochroitische Hornblendemikrolithen setzen sich dann randlich an die Pyroxene an.

Die Hornblende bildet braune, idiomorphe, schmale, lang säulenförmige, an Größe in der Regel hinter dem Pyroxen stark zurückstehende Kriställchen, die meist nur das Prisma, sehr selten die Längsfläche und die Pyramide deutlich erkennen lassen, an den Enden aber öfter ausgezackt sind. Zwillinge nach (100) finden sich häufig. Der Pleochroismus ist stark:

$$\beta = \gamma > \alpha$$

dunkelbraun gelblichbraun.

Die Doppelbrechung ist verhältnismäßig niedrig, ihr Charakter negativ, die Achsenebene liegt in (010), die Achsendispersion ist $v > \rho$, der Achsenwinkel groß. Die Auslöschungsschiefe bestimmte ich an zwei Schnitten, die die höchste Interferenzfarbe zeigten.

$$c\gamma \ldots . 13^\circ\ 15' \text{ und } c\gamma \ldots . 13^\circ.$$

Nach allen diesen Beobachtungen steht diese Hornblende dem Barkevikit Brögger's[1] nahe.

Die Olivinkristalle, an Menge beschränkt, übertreffen in der Größe nicht selten die Pyroxeneinsprenglinge; sie sind tafelförmig nach 100 entwickelt und öfter ringsum gut ausgebildet. Schnitte nach 100 zeigen die Längsflächen und -domen; erstere herrschen vor. Häufig bemerkt man breite, klaffende Spaltrisse nach (010) und unregelmäßige Sprünge.

Die ursprüngliche Olivinsubstanz ist vollkommen verdrängt durch ein olivbraunes, schwach pleochroitisches Mineralgemenge. Dasselbe besteht, wie man zwischen gekreuzten Nicols leicht erkennt, aus zwei verschiedenen, dem Iddingsit nahestehenden Mineralen, welche gerade auslöschen, in der Doppelbrechung von Pyroxen, in der Lichtbrechung von Canadabalsam nicht wesentlich verschieden sind.

---

[1] Zeitschr. f. Krist., 1890, XVI, 415.

Lichtbrechung: $\gamma >$ Canadabalsam
$\alpha <$ Canadabalsam
Pleochroismus: $\gamma > \alpha$.

Man bemerkt:

a) Adern, anliegend beiderseits an präformierten Spaltklüften des Olivin, sehr homogen, vollkommen spaltbar nach (100) des Olivin.

Orientierung:

Olivin		Adern
a	=	α
b	=	β
c	=	γ

Bei der Umwandlung hat sich also die in der Basis liegende Achsenebene des Olivin um die kristallographische a-Achse in die Längsfläche (010) gedreht. Die gleiche Orientierung gibt Michel-Lévy[1] und später A. Sigmund[2] für das »Minéral rouge« an.

b) Felder, zwischen den Adern, weniger homogen, Spaltbarkeit weniger deutlich, sehr kleiner Winkel der optischen Achsen, negativer Charakter der Doppelbrechung.

Orientierung:

Olivin		Felder
a	=	β
b	=	α
c	=	γ

Ebene der optischen Achsen ist (100) des Olivin.

In Schnitten nach der Basis sind beide Umwandlungsprodukte entgegengesetzt, in Schnitten nach (100) und (010) gleich orientiert, unterscheiden sich aber hier durch Höhe der Interferenzfarben.

Prof. Becke[3] beobachtete eine Orientierung, die verschieden ist von den bisher von mir angeführten:

[1] Le Mont Dore et ses alentoures. Bull. de la Soc. géol. de France, 3e série, T. XVIII, 831.

[2] Die Basalte der Steiermark, Min.-petr. Mitt., XVI, 353.

[3] Gesteine der Columbretes, Min.-petr. Mitt., XII, 311.

Olivin		Minéral rouge
a	=	α
b	=	γ
c	=	β

M. Stark[1] bestätigt diese Angaben.

Die aus Olivin hervorgehenden, stark doppelbrechenden Pseudomorphosen (Iddingsit, Minéral rouge) scheinen demnach aus mehreren, wenn auch nahe verwandten, doch wohl zu unterscheidenden Mineralen zu bestehen.

Der Magnetit erscheint in zahlreichen idiomorphen Kriställchen von der Größe der Hornblendequerschnitte. Ein zwillingsgestreifter, leistenförmiger Plagioklas, mit ziemlich großer Auslöschungsschiefe, welcher jedoch nicht näher bestimmt werden konnte, tritt bloß lokal in vereinzelten Individuen auf. Er ist meist korrodiert von der ihn umhüllenden Glasbasis, welche die größeren Leisten quer durchdringt und in mehrere Stücke teilt. Selten ist er von etwas Orthoklas umgeben. Hie und da findet man allotriomorphe Calcitlappen, die ein primäres Aussehen zeigen.

Die beschriebenen Einsprenglinge liegen in einer farblosen bis schwach bräunlichen, die Farben trüber Medien im reflektierten Licht zeigenden Glasbasis, die durch Neubildungen stark entglast ist. Feine faserige, farblose Mikrolithen deuten nach ihrer niederen Licht- und Doppelbrechung auf Zeolithe. Die Fasern haben meist γ, selten α in der Längsrichtung. Stärker licht- und doppelbrechende farblose Körnchen weisen auf Pyroxen hin. Die Grundmasse ist außerdem erfüllt von stark licht- und mäßig doppelbrechenden, hellbraunen bis farblosen Nädelchen, die γ in der Längsrichtung zeigen und auf Hornblende schließen lassen.

Die Mikrolithen sind meist so klein, daß sie ein kaum mit der stärksten Vergrößerung auflösbares Gewebe bilden und sich nur zwischen gekreuzten Nicols an dem Aufleuchten ihrer Polarisationsfarben wahrnehmen lassen.

---

[1] Die Gesteine Usticas und die Beziehungen derselben zu den Gesteinen der Liparischen Inseln, Min.-petr. Mitt., XXIII, 487.

Die nicht gerade zahlreichen Blasenräume sind erfüllt von Zeolithen, und zwar lassen sich zwei Generationen derselben unterscheiden. Der Rand der Hohlräume wird ausgekleidet von Täfelchen, die noch schwächer licht- und doppelbrechend sind als der die Mitte einnehmende feinblätterige Zeolith, der nach seiner Doppelbrechung am ehesten für Thomsonit angesehen werden kann.

Einschlüsse im Gestein, die gelegentlich beobachtet werden können, bestehen aus farblosem Glas, das mit zahlreichen stark licht- und doppelbrechenden, jedoch nicht näher bestimmbaren Mikrolithen erfüllt ist.

II. Basische Eruptivgesteine (Trappgesteine).

Die hier beschriebenen Gesteine bilden eine nahe verwandte Reihe von Eruptivbildungen, die nach dem Bericht von Dr. Kerner im Ribeiragebiet als Gänge in kristallinen Schiefern, im Paranapanemagebiet als Durchbrüche in fossilleeren (oberpermischen oder untertriadischen) Sandsteinen auftreten. Die Gesteine beider Verbreitungsgebiete sind petrographisch nahe verwandt, bilden aber zwei durch Struktur und Erhaltungszustand unterscheidbare Gruppen, die in ihren Extremen stark voneinander abweichen, gleichwohl aber geologisch zusammengehören dürften. Sie sind hier als Diabase und Feldspatbasalte bezeichnet. Die erste Gruppe ist durch gröberes Korn, vollkristalline Struktur und schlechteren Erhaltungszustand ausgezeichnet, die zweite umfaßt fürs Auge dichte Gesteine mit porphyrischer oder Intersertalstruktur, häufig glashältig und von besserem Erhaltungszustand.

Beide Gruppen finden sich unter den von Hovey (l. c.) beschriebenen Diabasgängen von Rio de Janeiro. Sie haben außerdem ihre Verwandten in den triadischen Gesteinen der Westküste von Nordamerika, in den arktischen Vorkommen von Spitzbergen und Franz Josephs-Land und in skandinavischen Typen.

Diabase.

Alle von mir untersuchten Gesteine aus der Familie der Diabase haben folgende gemeinsame Merkmale: intersertal-

oder divergentstrahlig, körnige Struktur, nach der Kante *M/P* gestreckte, leistenförmige Plagioklase mit Zwillingsbildung nach dem Albit-, Periklin- und Karlsbadergesetz und normaler, stetig von Kern zur Hülle fortschreitender Zonenfolge und homogene, blaßviolett-braune Pyroxene von meist gedrungener Form und fast immer ohne kristallographische Begrenzung.

4. Quarzdiabas von Xiririca am Ribeira de Iguapé.[1]

Von dem feinkörnigen, kompakten Gestein liegen zwei Proben vor, welche sich schon äußerlich durch ihre Farbe unterscheiden. Das eine ist feldspatreich, grauschwarz mit Stich ins Grüne, das andere ist schwarz und anscheinend viel frischer. Unter der Lupe erkennt man leistenförmige Feldspate, schwarze Kriställchen, welche sich bei der Untersuchung als Pyroxen und Hornblende erwiesen, und glänzende Pyrite.

Leukokrate Varietät.

Unter dem Mikroskop zeigt das Gestein Intersertalstruktur. Die dunklen Gemengteile treten hinter den farblosen stark zurück. Die Plagioklase sind breit leistenförmig nach der Kante *M/P*, divergentstrahlig. Sie dringen in den Augit ein. Es entstehen manchmal Anklänge an ophitische Struktur, indem hie und da einer der sehr hell violettbraunen Augite von einem Plagioklas wie zerschnitten erscheint. Manchmal wächst übrigens auch der Augit in den Rand des Plagioklas hinein, so zwar, daß man annehmen muß, daß der Plagioklas seine Ausscheidung wohl etwas früher begonnen habe als der Augit — kleine Plagioklaseinschlüsse in Augit — daß aber dann bald der Pyroxen auskristallisierte, während gleichzeitig der Felspat weiter wuchs, und daß die Plagioklasbildung noch fortdauerte, als bereits der ganze Augit auskristallisiert war.

Der Quarz ist stets allotriomorph und ziemlich verbreitet. Die Zwickel zwischen den Plagioklasleisten und Augitindividuen sind ausgefüllt mit einer Zwischenklemmasse von mikropegmatitisch verwachsenem frischen Quarz und trübem Feld-

[1] Reisebericht von Dr. Kerner IV, p. 1132.

spat. Die beiden Minerale durchdringen sich gegenseitig. Alle Partikelchen sind gleich orientiert untereinander und mit einem benachbarten Quarz, beziehungsweise Feldspat. Mit Ausnahme des Quarzes sind diese Gemengteile stark umgewandelt. Braune Hornblende, Magnetit, reichlich Apatit in langen Nadeln und etwas Pyrit vervollständigen die Aufzählung des Mineralbestandes im Diabas.

Der Plagioklas bildet häufig Zwillinge nach dem Albitgesetz und nicht selten Doppelzwillinge nach diesem und dem Karlsbader Gesetz. Die Zahl der Albitlamellen ist in den einzelnen Kristallen eine beschränkte. Weitaus seltener findet man einen Bavenoer Zwilling. Die Spaltbarkeit nach *M* und *P* ist infolge der weit vorgeschrittenen Zersetzung nicht zu beobachten. Stetig fortschreitende Zonarstruktur mit anorthitreicherem Kern ist die Regel.

Ein Karlsbader Doppelzwilling ergab:

	Kern	Hülle
1	33°	8°
1′	33°	—
2	—	—
2′	13°	—

Die Albitlamelle 2 war so fein, daß die Auslöschungsschiefe nicht ermittelt werden konnte. Der Kern entspricht einem Labrador-Bytownit von 64% An, die Hülle, welche bei dem zweiten Karlsbader Individuum ganz fehlte, einem Anorthitgehalt zwischen 30 und 40%.

Der Vergleich mit Canadabalsam, dessen Brechungsexponent durch Vergleich mit Quarz knapp unter 1·544 festgestellt war, zeigte, daß der Plagioklas in beiden Schwingungsrichtungen stärker lichtbrechend ist als der Balsam.

Primäre Einschlüsse fehlen im Plagioklas, dagegen ist er überall getrübt durch Zersetzungsprodukte. Nach regellosen Querrissen und Sprüngen entstehen homoaxe, farblose Neubildungen in Form von Adern, die schwächer lichtbrechend sind als ihr Wirt, aber gleiche Doppelbrechung besitzen. Bei dem einen Individuum des erwähnten Karlsbader Doppelzwillings tritt die Mittellinie α sowohl im Wirt als auch in

diesen Neubildungen aus, die Lagen der Achsenebenen weichen aber so stark voneinander ab, daß man nach allem auf einen sehr sauren Plagioklas, beziehungsweise Albit wird schließen müssen. Außerdem findet sich in Nestern auftretend ein farbloses Umwandlungsprodukt in faserig-schuppigen Aggregaten, das wenig stärker doppelbrechend ist als der Augit, höher lichtbrechend als Plagioklas und Quarz, wenig höher als Chlorit, niedriger als Hornblende, α in der Längsrichtung der Fasern hat, optisch zweiachsig ist mit positivem Charakter der Doppelbrechung und nicht sehr kleinem Achsenwinkel. Eine präzise Auslöschungsschiefe konnte nicht erhalten werden. Alle diese Beobachtungen deuten auf Prehnit.

An vielen Stellen ist der Plagioklas durch eingewanderten Chlorit grünlich gefärbt.

Der Kalifeldspat setzt sich in schmalen Leisten an die Plagioklaskristalle an; er ist zum Teil als parallele Fortwachsung auf den Plagioklas angewachsen, zum Teil selbständig orientiert. Im durchfallenden Licht hellbräunlich getrübt, im auffallenden Licht milchweiß, strahlt er bartartig in die mikropegmatitische Quarz-Feldspatverwachsung aus. Mit dem Pegmatitfeldspat ist er gleich orientiert, zeigt keine Zwillingsbildung und keine Zonarstruktur. Die schwächere Lichtbrechung dieses Feldspates als die äußerste Partie des Plagioklas, als Canadabalsam und Quarz sprechen für Orthoklas. Der Vergleich mit Quarz zeigte:

Parallelstellung..... $\omega > \alpha'$, $\varepsilon > \gamma'$
Kreuzstellung..... $\varepsilon > \alpha'$, $\omega > \gamma'$.

Der monokline Pyroxen ist blaßviolettbraun, fast farblos, besitzt vollkommene prismatische Spaltbarkeit, häufig Zwillingsstreifung nach (001) und gelegentlich Zwillingsbildung nach (100). Meist fehlt die kristallographische Begrenzung; doch finden sich, von Mikropegmatit umgeben, Querschnitte, die deutlich eine stark entwickelte Längs- und Querfläche und das Prisma untergeordnet zeigen. Die Höhe der Doppelbrechung, gemessen mit Babinet's Kompensator an einem Schnitte nach (010), betrug $(\gamma - \alpha)$ 0·0295, die Auslöschungsschiefe am selben Schnitt $c\gamma$ 47°. Der Augit ist optisch positiv; er besitzt geneigte Dispersion; die B-Achse zeigt $\rho > v$ um die Mittelinie γ,

während die A-Achse nicht dispergiert ist. Der Achsenwinkel, gemessen mit Camera lucida und drehbarem Zeichentische an einem Schnitte normal auf die A-Achse und die Mittellinie γ, beträgt

$$2\,V_\gamma = 48°.$$

Eine Messung an einem Schnitte, der die B-Achse und die Mittellinie γ im Gesichtsfelde zeigte, ergab $2\,V_\gamma = 47°$.[1]

Auf Kosten des Augits bildet sich ein dunkelolivbraunes. nicht pleochroitisches, homoaxes Blättermineral.[2]

Es besitzt etwas niedrigere Doppelbrechung als der Augit, ist stärker lichtbrechend als der Feldspat, schwächer als der Pyroxen, so zwar, daß der Unterschied in der Lichtbrechung der Fasern und der Grundsubstanz ziemlich bedeutend ist. Im einfachen Licht beobachtet man schöne Beugungserscheinungen. Die Untersuchung erfolgte an Schnitten des Augit nach (010), (001), ($\bar{1}11$) und ergab folgende optische Orientierung, bezogen auf die Kristallform des Pyroxen: $b = \gamma$, $a\,\beta = 17°$.

Das Umwandlungsprodukt bildet dünne Blättchen oder Platten, die parallel (001) orientiert sind und feine Zwillingslamellen nach dieser Fläche bilden. Das Auftreten dieser Zwillingsbildung zeigt ein Schnitt nahe parallel (010). Derselbe bestand zur Hälfte aus unzersetztem Augit mit Salitstreifung und Auslöschung $c\,\gamma$ 40°, während die andere Hälfte vollkommen in das blätterige, genau parallel (001) eingelagerte Mineral umgewandelt war. Zwischen gekreuzten Nicols zeigte es sich, daß diese Partie nicht einheitlich auslöscht; größere Inseln zeigen bereits Dunkelheit, während ihre schmale Umrandung noch hell erscheint, wobei aber zu beobachten ist, daß mit den Inseln ganz feine parallele Streifen in der Umrahmung gleich auslöschen und umgekehrt. Die Auslöschung der Inseln und Umrahmung zur Trasse nach 001 war symmetrisch und betrug $\gamma' = \beta$ 17°.

[1] Der kleine Achsenwinkel läßt erkennen, daß auch dieser mit feiner Streifung nach 001 versehene Pyroxen zur Gruppe der Enstatit-Augite gehört. (Vergl. W. Wahl, Min.-petr. Mitt., XXVI, 1.) Nachträglich fand Herr H. Backlund in diesem Gestein auch Pyroxenschnitte mit normalsymmetrischer Achsenebene.

[2] Rosenbusch erwähnt die Umwandlung von farblosem Magnesiumdiopsid in Serpentin, ohne eine optische Orientierung zu geben, Mikr. Physiographie der petr. wicht. Mineralien, 1905, IV. Aufl., I, 2, 206.

Das Mineral zeigt also Zwillingslamellierung nach 001. Die Ebene der optischen Achsen verläuft senkrecht zu der des Augit. Dieselbe Verschiebung der Achsenebene wird auch bei der Umwandlung der rhombischen Pyroxene in Bastit beobachtet.

Die braune Hornblende findet sich entweder in selbständigen Kristallen, welche deutlich das Prisma entwickelt haben, oder meist als Umrandung des Pyroxens. Zwillingsbildung nach 100 ist häufig zu beobachten. Die Hornblende ist stark pleochroitisch:

$$\beta \geqq \gamma > \alpha$$

dunkelbraun sehr hell olivbraun.

Manchmal bemerkt man dunkle pleochroitische Höfe um stark lichtbrechende Einschlüsse. Der optische Charakter ist negativ, die Dispersion der B-Achse um die Mittellinie α stark $v > \rho$.

Die Auslöschungsschiefe auf 010 beträgt $c\gamma$ 14° 30′, der Winkel der optischen Achsen um die I. Mittellinie α $2V = 66°$.

Die Verwachsung der Hornblende mit Pyroxen ist analog der beim Eläolithsyenit von Itatiaia beschriebenen.[1] Die in optischer Hinsicht zwischen den beiden Mineralen bestehenden Beziehungen kamen am besten an einem Doppelzwilling nach (100) mit Interferenzbildern in allen vier Individuen zum Ausdruck.

Es zeigte sich, daß Achse A und Achsenebene von Pyroxen und Hornblende in der einen Hälfte des Zwillings genau zusammenfallen. Auf Grund dieser Beobachtung läßt sich aus den beiden Auslöschungsschiefern und dem Achsenwinkel des einen Minerals (Pyroxen) der Achsenwinkel des anderen berechnen.

Pyroxen		Hornblende	
$c\gamma$	47°	cA . . .	71°
γA . . .	24°	$c\gamma$	$14^1/_2$°
cA . . .	71°	γA . . .	$56^1/_2$°
		αA . . .	$33^1/_2$°
Berechnet $2V_\alpha$			67°
Gemessen (vergl. oben) $2V_\alpha$ . .			66°.

[1] Man wolle das dort Gesagte nachlesen.

Im Zwilling nach (100) muß, wie sich an der Hand der Projektion leicht nachweisen läßt, der Winkel zwischen den beiden optischen Achsen $A\ B'$ genau doppelt so groß sein als die Auslöschungsschiefe der Hornblende.

Gemessen wurde $A\ B'$ . . . . . 29° 30′
$2\ c\gamma$ . . . . . 29°.

Beide Beobachtungen am Zwilling stimmen also mit der an einfachen Kristallen ermittelten Auslöschungschiefe und dem Achsenwinkel $2V$ gut überein.

Ferner fand ich an demselben Durchschnitt bei Untersuchung des Hornblendezwillings, daß im Interferenzbild des einen Individuums die Mittellinie α ungefähr an derselben Stelle erscheint, wo das andere die optische Achse A zeigt.

Ein hellgrüner Chlorit erscheint nicht selten als Pseudomorphose nach Hornblende und Pyroxen in Blättchen, welche sehr wenig höher doppelbrechend sind als Quarz und Feldspat.

Er ist schwach pleochroitisch:

γ' > α'
hellgrasgrün hellviolettbraun.

Ab und zu finden sich im Chlorit braune pleochroitische Höfe um ein braunes, stark lichtbrechendes Korn, welches übrigens nicht immer vorhanden ist. Der Chlorit ist zweiachsig, optisch positiv.

Primären Magnetit sieht man bloß in einzelnen größeren Kristallen oder Skeletten. Sekundär trifft man ihn in Körnern am Rande von in Umwandlung begriffenen Pyroxenen.

In einem der von mir untersuchten Dünnschliffe beobachtete ich einen Hornfelseinschluß mit wenig Glas, ausgeschiedenen Feldspatmikrolithen und viel Magnetit.

Melanokrate Varietät.

Das schwarze, sehr frische Gestein entspricht einer basischen Konstitutionsfacies des Diabas von Xiririca. Der Mikropegmatit und der Quarz verschwinden fast ganz, Orthoklas und Hornblende erscheinen stark reduziert. Dagegen treten die dunklen Gemengteile — besonders der monokline Pyroxen —

sehr stark hervor, so zwar, daß helle und dunkle Gemengteile sich ziemlich das Gleichgewicht halten.

Die Struktur ist divergentstrahlig körnig mit Anklängen an ophitische und hypidiomorphkörnige. Die Zwickel zwischen den Feldspatleisten werden ausgefüllt von Augit, großen Magnetiten und relativ geringen Mengen von durch Zersetzung getrübtem Orthoklas, manchmal von einem panidiomorphen Gemenge dieser Mineralien.

Der Plagioklas ist zonar struiert und entspricht der Regel bei Erstarrungsgesteinen.

Zwei Schnitte senkrecht *M* und *P* gaben symmetrische Auslöschungen:

	Kern	Hülle
a	+ 35°	+ 20°
b	+ 35°	0°

Es entspricht also der Kern einem Plagioklas von 63% An, während die Hülle bis zu 20% An herabgeht.

Karlsbader Doppelzwilling:

1	1′	2	2′
12°	12°	32°	33°

Anorthitgehalt 65% An.

Im Vergleich zu dem zuerst untersuchten Handstück zeigt also der Plagioklas keinen wesentlichen Unterschied, wohl aber ist hervorzuheben, daß er vollkommen frisch ist.

Auch der Pyroxen ist vollkommen frisch und es finden sich nur hie und da ganz geringe Andeutungen jener blätterigen serpentinartigen Umwandlung.

Ein Schnitt nicht vollkommen senkrecht β zeigte $c\gamma$ 43°.

Auch hier wächst der Augit in den Rand des Plagioklas. Die Ausscheidungsfolge ist dieselbe wie bei der ersten Gesteinsprobe.

5. Leukokrater Diabas vom Salto grande des Rio Paranapanema und dessen Kontakt gegen Sandstein (Kerner, III, p. 1123).

Das feinkörnige, hellgraue, etwas ins Grüne spielende Gestein läßt unter dem Mikroskop folgenden Mineralbestand erkennen: viel Plagioklas, relativ wenig Pyroxen, Orthoklas,

Quarz, Magnetit und viel Apatit in feinen Nadeln und kleinen Säulchen. Die nach der kristallographischen *a*-Achse langgestreckten Plagioklase sind divergentstrahlig angeordnet. Die Zwickel zwischen diesen Leisten sind mit Quarz und Orthoklas ausgefüllt. Die Struktur ist divergentstrahlig körnig. Quarz und Kalifeldspat greifen oft zackig und buchtig ineinander. Anklänge an porphyrische Struktur erzeugen einzelne größere Plagioklase und Pyroxenkristalle, welche starke Resorptionserscheinungen aufweisen und von Plagioklasleisten durchwachsen werden.

Mit Rücksicht auf die Ausscheidungsfolge habe ich folgendes feststellen können: Zuerst scheidet sich Plagioklas aus, dann der monokline Pyroxen, während der Plagioklas weiterwächst und die Augitbildung sogar überdauert, was man daraus erkennt, daß stellenweise der Pyroxen in die Hülle des Plagioklas hineinreicht.

Gleichzeitig mit dem Pyroxen oder vielleicht kurz nach Beginn seiner Ausscheidung fängt der Magnetit an auszukristallisieren, wie die zahlreichen kleinen Augiteinschlüsse in demselben beweisen, während Magnetiteinschlüsse im Pyroxen viel weniger häufig sind. Zuletzt erstarren Orthoklas und Quarz.

Der Plagioklas bildet polysynthetische Albitzwillinge öfter in Verbindung mit dem Periklin-, seltener dem Karlsbader Gesetz. Er zeigt häufig Zonarstruktur, welche vom Kern zur Hülle stetig fortschreitend dem allgemeinen Gesetz[1] für Erstarrungsgesteine entspricht. Die großen einsprenglingsartigen Individuen sind homogener, indem bei ihnen die Zonenstruktur auf den äußeren Rand beschränkt ist. Dieselben sind optisch positiv.

Ein kleiner homogener Plagioklas, fast genau senkrecht zu *M* und *P* getroffen, gab:

1 ..... 29° 1′ ..... 30°

Anorthitgehalt 55%.

---

[1] F. Becke, Über die Zonarstruktur der Kristalle in Erstarrungsgesteinen, Min.-petr. Mitt., XVII, 97.

Von dem frischen Plagioklas hebt sich der etwas getrübte Orthoklas deutlich durch die niedere Lichtbrechung ab. Er findet sich nicht nur als Zwischenklemmasse, sondern umwächst auch den Plagioklas in schmalen Leisten, die sich von diesem scharf abheben. Schnitte senkrecht zur Mittellinie γ gaben Auslöschungsschiefen $4^1/_2°$ und 5° zur Trasse *P*. Die Achsenebene steht senkrecht auf 010. Der blaßviolettbraune Pyroxen bildet homogene Körner, die öfter zu Gruppen angehäuft sind. Zwillinge nach 100 sind selten, dagegen kann man die Salitstreifung nach 001 sehr häufig beobachten. Pleochroismus fehlt vollständig. Die Auslöschung auf 010 ist $c\gamma$ 42°. Die Doppelbrechung wurde am selben Schnitt mit dem Kompensator von Babinet bestimmt: $(\gamma - \alpha) = 0{\cdot}0233$. Auch hier dürfte ein Enstatit-Augit (Wahl) vorliegen.

Bemerkenswert ist, daß aus dem Pyroxen, wenn auch derselbe größtenteils frisch ist, dasselbe blätterig-faserige Umwandlungsprodukt entsteht, welches ich als Pseudomorphose des Pyroxen im Diabas von Xiririca gefunden und dort ausführlich beschrieben habe. Eine Bedingung für die Entstehung dieser Neubildung scheint die Zwillingsstreifung nach (001) zu sein.

Unter dem untersuchten Material befindet sich eine Probe, die den Kontakt dieses Diabas gegen einen Sandstein zeigt. Der umgeschmolzene Sandstein erscheint dem freien Auge dicht, dunkelgrau und besitzt scharfkantigen Bruch. Bei der Dünnschliffuntersuchung findet man hart an der Grenze des Diabas eine etwa 3 *mm* breite dunkelrotbraune Zone, welche vollkommen isotrop und etwas stärker lichtbrechend ist als der Quarz und in welcher Quarzkörnchen und einige farblose Glimmerschüppchen eingebettet sind. Das reichliche Zement des Sandsteines besteht hier aus nicht näher bestimmbaren Eisenoxyden. Etwas weiter vom Kontakt tritt das Zement mehr zurück, wird heller, doppelbrechend mit Aggregatpolarisation und sehr reichen Ausscheidungen von Globuliten und besonders von im Vergleich zu Quarz sehr schwach licht- und doppelbrechenden Nädelchen, die α in der Längsrichtung haben, meist zu Büscheln angeordnet, wie die Stacheln

eines Igels den Quarz umgeben. Eine nähere Bestimmung dieser Nädelchen war nicht möglich.

Außer den aufgezählten Mineralien finden sich in dieser äußeren Kontaktzone noch schwarze Erzpartikelchen, ganz untergeordnet einige farblose Glimmerschüppchen, ab und zu ein Fragment von Mikroklin, Plagioklas und eines farblosen, schwach doppelbrechenden, etwas stärker als Quarz lichtbrechenden Minerals, welches in Körnern auftritt und zahlreiche Erzkörnchen umschließt, für dessen Bestimmung sich aber keine Anhaltspunkte fanden.

Nahe am Kontakt erscheint auch der Diabas in seiner Zusammensetzung etwas verändert. Entlang der Kontaktgrenze verlaufen schmale Kalkspatschnüre. Der Diabas wird reich an sehr kleinkörnigen Quarzaggregaten und schwarzen Erzkörnern; die Pyroxene sind von einer schwarzbraunen Verwitterungsrinde umgeben, während der Kern fast vollständig in grünen Serpentin umgewandelt ist; ab und zu findet sich etwas Glas mit globulitischen Entglasungsprodukten in den Zwickeln der Plagioklase und einige ausgebleichte, hellbraune, pleochroitische Biotitblättchen, die

$$\gamma > \alpha$$

gelblich farblos

zeigen.

Der Biotit ist nahezu einachsig, optisch negativ und besitzt gerade Auslöschung; die Doppelbrechung ist niederer als bei den dunklen Biotiten.

Eine merkliche Verkleinerung des Kornes gegen die Kontaktgrenze ist nicht wahrzunehmen. Dagegen wurde der Diabas von der Grenze aus unter Bildung von Eisenerzen, Carbonaten und Quarz stark verändert. Die Zersetzung reicht etwa 2 bis 3 *mm* tief in das Innere.

Die mikroskopische Untersuchung steht somit in Einklang mit dem geologischen Befund (vergl. Kerner, p. 1124); der Sandstein ist jünger als der Diabas.

6. Diabas vom Goldfundort am Rio Paranapanema in der Nähe der Ortschaft Ilha grande und der Fazenda Bella vista (Kerner, III, p. 1121 und 1122).

Makroskopisch besitzt diese Gesteinsprobe große Ähnlichkeit mit der melanokraten Varietät des Diabas von Xiririca. Sie ist von schwarzer Farbe, feinkörnig, verrät vollkommene Spaltbarkeit der einzelnen Mineralindividuen durch lebhaftes Aufleuchten zahlloser Spaltflächen, besitzt splittrigen Bruch und oberflächlich eine etwa 3 *mm* breite hellbraune Verwitterungsrinde. Unter dem Mikroskop verrät auch dieses Gestein, bei dem helle und dunkle Gemengteile in ziemlich gleicher Menge vorhanden sind, Intersertalstruktur; doch besteht im Gegensatz zu dem Diabas von Xiririca die Mesostasis zwischen den divergentstrahligen Plagioklasleisten aus einer hellbraunen, mehr oder weniger entglasten, doppelbrechenden Glasmasse, mit reichlichen, oft in großen Skeletten ausgebildeten Magnetiten, wenigen Plagioklasskeletten, Pyroxenkörnchen, Apatitnädelchen und globulitischen Entglasungsprodukten. Das Glas ist häufig durch Verwitterung in eine gelb- oder rotbraune, schwach doppelbrechende, Aggregatpolarisation zeigende, delessitartige Substanz umgewandelt.

Ab und zu finden sich Andeutungen von ophitischer Struktur, indem größere Augitkristalle von Plagioklasleisten durchschnitten werden. Quarz und Orthoklas fehlen diesem Gestein. Bezüglich der Ausscheidungsfolge gilt das beim Diabas von Xiririca Gesagte.

Plagioklas und Augit sind vollkommen frisch. Ersterer bildet wieder nach der kristallographischen *a*-Achse gestreckte Leisten. Einzelindividuen sind nicht häufig, Zwillingsbildung ist die Regel. Man beobachtet Albit- und Periklinzwillinge, Doppelzwillinge nach diesen beiden und nach dem Karlsbader Gesetz und Zonarstruktur mit stetiger, normaler Zonenfolge. Schnitt senkrecht zu *M* und *P* eines homogenen Plagioklases:

$1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 30°$
$1' \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 30°\ 30'$
Anorthitgehalt 55%.

Der blaßviolettbraune Pyroxen besitzt kurz gedrungene Gestalt, keine kristallographische Begrenzung, zeigt häufig Zwillingsbildung nach der Querfläche, die sich manchmal zu einfacher Zwillingsstreifung wiederholt, aber weder Zonar- noch Sanduhrstruktur. Er ist optisch +, besitzt geneigte Achsendispersion; die optische *A*-Achse, welche durch die (100)-Fläche sichtbar ist, ist nicht, die *B*-Achse aber schwach dispergiert, wobei $\rho > \upsilon$ ist. Die Auslöschungsschiefe auf einem Schnitt nahe (010) ist $c\gamma$ 47° *v*. Am Rande des Pyroxens sind oft kleine Magnetitkörnchen angehäuft.

Alle drei Proben, trotz räumlicher Entfernung sehr ähnlich durch Ausscheidungsfolge, Zwischenklemmung, Pyroxen mit Streifung parallel 001 und Art der Umwandlung desselben, zeigen unverkennbar nahe Beziehung zum Konga-Typus, welche nur bei 3 dadurch beeinträchtigt ist, daß Quarz hier fehlt.

Feldspatbasalte.

Grauschwarze dichte Gesteine mit scharfkantigem Bruch, welche nicht selten oberflächlich eine braune Verwitterungsrinde besitzen und ihren Feldspatgehalt durch Aufleuchten von Spaltflächen winzig kleiner Kriställchen verraten. Mit der Lupe kann man hie und da auch ein Pyroxenkörnchen bei einigen Gesteinsproben erkennen.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt folgenden Mineralbestand: Basischer Plagioklas und monokliner Pyroxen in annähernd gleichem Mengenverhältnis, reichlich Magnetit und sehr wenig Olivin.

Die Plagioklase sind stets wasserhell durchsichtig und gewöhnlich — die Mikrolithen immer — leistenförmig nach der kristallographischen *a*-Achse gestreckt, selten tafelförmig nach *M* entwickelt. Einsprenglinge erreichen höchstens eine Länge von 1 *mm*. Die kristallographische Begrenzung ist durch die Formen (001), (010), (110), selten ($\bar{1}01$), ($\bar{2}01$) gegeben. Zwillingsbildung ist häufig; das Albitgesetz ist vorherrschend, Karlsbader und Periklingesetz untergeordnet. Bei einigen Varietäten beobachtet man auch Durchkreuzungszwillinge (Cerqueira Cesar und Iguapé).

Zonarstruktur ist bei größeren Einsprenglingen schön ausgebildet; im allgemeinen ist sie jedoch auf den äußersten Rand beschränkt und der Unterschied zwischen Kern und Hülle ist in der Regel unbedeutend, was ja bei den kleinen Dimensionen, die selbst die Einsprenglinge der porphyrischen Varietäten in der Mehrzahl besitzen, nicht zu verwundern ist. Meist ist die Zonenfolge normal und die Abnahme des Anorthitgehaltes nach außen stetig fortschreitend. Basische Rekurrenzen[1] findet man nur gelegentlich bei größeren Einsprenglingen.

Ich bestimmte an einem parallel 010 getroffenen Karlsbader Zwilling aus dem Basalte vom Rio Mambú den Winkel ω zwischen den beiden α-Richtungen.

	ω	Anorthitgehalt
Kern	93°	53%
Hülle.....	80°	66%
Rand	99°	47%

Die einzelnen Zonen waren scharf abgegrenzt; diese Zonenfolge entspricht dem Typus III von Stark.[1]

Der monokline Pyroxen erreicht selbst als Einsprengling kaum die Größe von 1 *mm*. Er ist, soweit er kristallinische Begrenzung zeigt, kurz prismatisch und läßt in Querschnitten gewöhnlich starke Entwicklung der Pinakoide erkennen. Meist jedoch tritt er in Körnern auf. Zwillingsbildung nach (100) ist selten; viel häufiger sind Durchkreuzungszwillinge nach (101), was als Ursache der zahlreichen knäuelförmigen Verwachsungen anzusehen ist. Diese Augite haben oft Neigung zur Bildung von Sphärokristallen (Iguapé). Ein anscheinend einheitlicher Kristall ist häufig in optisch verschiedene Felder geteilt. Diese Ausbildung ist bei monoklinem Pyroxen öfter, bei rhombischem nie zu beobachten; sie hat nichts mit Kataklase zu tun. Sie wurde zuerst von Becke an den Einsprenglingen im Hypersthenandesit von Alboran hervorgehoben.[2]

---

[1] M. Stark, Die Gesteine Usticas und die Beziehungen derselben zu den Gesteinen der Liparischen Inseln, Min.-petr. Mitt., XXIII, 478 (1904).

[2] Min.-petr. Mitt., XVIII, 536.

Der Pyroxen ist optisch positiv; er erscheint mit lichtbrauner Farbe und kaum merklichem Stich ins Violette durchsichtig. Zonar- und Sanduhrstruktur sind verbreitet, jedoch nur zwischen gekreuzten Nicols zu beobachten. Nicht selten wandert bei ersterer die Auslöschung von Kern zur Hülle stetig ohne scharfe Grenze. $c\gamma$ ist in der Hülle größer als im Kern. Die Messung der Auslöschungsschiefe an einem Schnitt nach 010 (Rio Mambú) ergab:

Anwachskegel der Prismenzone....$c\gamma$ 49°,
Anwachskegel der Pyramide .....$c\gamma$ 44°.

Diese Beobachtung entspricht der Regel.

Der Olivin findet sich fast in allen Varietäten, allerdings in sehr geringer Menge; in der Grundmasse der porphyrischen Basalte konnte er nicht nachgewiesen werden. Er bildet unregelmäßige Körner, selten wohlbegrenzte Kristalle, welche die Flächen (011), (010), (110) erkennen lassen. Öfter tritt das Pinakoid ganz zurück.

Der Olivin ist stets umgewandelt. Randlich und auf Sprüngen der Kristalle hat sich häufig ein undurchsichtiges, rotbraunes Mineral (Eisenoxyd) ausgeschieden, was auf hohen Fayalitgehalt in der Hülle schließen läßt. Den Kern bildet ein gelbgrünes, stark doppelbrechendes homoaxes Fasermineral mit negativem Charakter der Doppelbrechung, gerader Auslöschung, sehr kleinem Achsenwinkel, so daß es beinahe einachsig erscheint: Iddingsit. Er ist etwas pleochroitisch $\gamma' > \alpha'$. (Rio Mambú und Ilha grande im Paranapanema.) Neben diesen Pseudomorphosen treten beim Basalt vom Rio Mambú noch farblose, feinschuppige, stark doppelbrechende Aggregate als Neubildungen auf, welche die Mitte der Kristalle einnehmen und ihrem optischen Verhalten nach für Talk anzusehen sind.

Bei einigen sehr olivinarmen Varietäten erscheint an Stelle des Iddingsit ein grünes, zweiachsiges Mineral, welches Aggregatpolarisation zeigt und dessen Doppelbrechung $\geqq$ Plagioklas, dessen Lichtbrechung $>$ Plagioklas, $<$ als Augit ist (vermutlich Serpentin). In diesen Fällen fehlt dann häufig die rotbraune Hülle (Goldfundort am Paranapanema und Weg von Santa Cruz nach Oleo) oder sie ist vorhanden (Cerqueira Cesar).

Der Magnetit bildet sehr kleine Oktaeder, welche sich öfter an die meist größeren Pyroxene randlich angelagert haben, oder Skelette, letztere in der Grundmasse von porphyrischen Varietäten, selten Rhombendodekaeder.

Titaneisen habe ich in der Grundmasse des Basaltes von Iguapé in Form kleiner schwarzer Blättchen nachgewiesen.

Die Benennung dieser Gesteine als »Basalt« erfolgt auf Grund des besseren Erhaltungszustandes; ob sie geologisch mit den Diabasen zusammengehören, läßt sich durch die Untersuchung der Handstücke nicht entscheiden, ist aber wahrscheinlich.

7. Basalt aus dem Quellgebiet des Rio Mambú (Kerner, II, p. 1119) und olivinfreier Basaltgang im Granodioritgneis bei Iguapé.[1]

Trotz der großen Entfernung ihres Vorkommens zeigen diese beiden Basalte unverkennbar große Ähnlichkeit, welche vor allem in der hypokristallin-porphyrischen Struktur zum Ausdruck kommt. Die mikroskopische Untersuchung läßt nämlich zwei Generationen erkennen. Kleine Plagioklasindividuen, einige Einsprenglinge von monoklinem Pyroxen, Magnetit und umgewandeltem Olivin (dieser fehlt im Basalt von Iguapé ganz) liegen in einer fast farblosen glasigen Grundmasse, welche, bei starker Vergrößerung an auskeilenden Stellen untersucht, sich reich erweist an zahllosen skelettartigen Ausscheidungen von Magnetit, Plagioklas und Augit sowie an Illmenitblättchen. Man könnte solche Grundmassen als hyaloskelettitische bezeichnen. Stellenweise ist das Glas bräunlich gefärbt, erfüllt von Globuliten und frei von Kristallskeletten. Die Pyroxeneinsprenglinge zeigen Neigung zu glomeroporphyrischer[2] Ausbildung (Rio Mambú). Ab und zu bemerkt man große Schwefelkiesskelette (Iguapé), welche wohl nachträglich in dem Gestein abgesetzt wurden.

---

[1] Reisebericht von Dr. Kerner IV, p. 1133.

[2] J. W. Judd, On the Gabbros, Dolerites and Basalts of Tertiary age in Scotland and Ireland. Quart. Journ. Geol. Surv., 1886, 71.

Bestimmung des Plagioklas der Grundmasse:

Rio Mambú:

Von 33 Messungen ergab sich als Maximum der Auslöschungsschiefe in der Zone *MP* 28°, was für basischen Labrador von etwa 58% An spricht.

Iguapé:

Zahlreiche Mikrolithen zeigen in der Zone *MP* gerade Auslöschung, was auf einen basischen Oligoklas hinweist.

Mikrolithen ⊥ *M* und *P*.

	a	*b*
1	35°	34°
1′	35°	32°
Anorthitgehalt	63%	59%

Die Einsprenglingsplagioklase sind häufig homogen. Die Zonarstruktur ist, wenn vorhanden, meist auf den äußersten Rand der Kristalle beschränkt (Iguapé). Man trifft auch nicht selten etwas größere Einsprenglinge mit scharf abgegrenzten Zonen (Rio Mambú).

Karlsbader Doppelzwillinge (Rio Mambú):

	a	*b*
1	13°	13°
1′	13°	13°
2	34°	34°
2′	34°	36°
Anorthitgehalt	66%	66½%

Der Plagioklas ist in jeder Richtung stärker lichtbrechend als der Canadabalsam. Der optische Charakter ist positiv. Der Vergleich der angeführten Messungen bestätigt die Regel, daß die Einsprenglinge im Kern An-reicher sind als die Mikrolithen der Grundmasse.

Der Augit besitzt geneigte Achsendispersion; optische *B*-Achse $\rho > v$; die *A*-Achse ist kaum dispergiert. Der Winkel der optischen Achsen um γ beträgt $2V$ 49° 20′.

Ausscheidungsfolge: Olivin zuerst, Plagioklas und Augit lange Zeit gleichzeitig, Magnetit etwas später, zuletzt die Mineralien der Grundmasse. Infolge der raschen Abkühlung kristallisierten die Mikrolithen skelettartig und der Rest erstarrte zu Glas.

8. Basalte von der Insel Ilha grande im Paranapanema (gegenüber der Indianerhütte) und vom Wasserfall bei Cerqueira Cesar (Kerner, III, p. 1125 und 1126).

Im Dünnschliff bemerkt man deutliche Annäherung an porphyrische Struktur, indem zahlreiche Plagioklase und einige wenige Augite größer ausgebildet sind als die übrigen Gemengteile. Die feinkörnige Grundmasse ist panidiomorph körnig, geht aber im selben Schliff lokal in die intersertale über durch Reste einer glasigen Zwischenklemmasse, welche reich ist an globulitischen Entglasungsprodukten. Gelegentlich ist die Glasmasse in eine grüne, doppelbrechende, gefaserte delessitartige Substanz umgewandelt.

Plagioklas:

Ein Mikrolith der Grundmasse gab $\perp M$ und P:

Auslöschungsschiefe..... 35°,
Anorthitgehalt ..... 63%.

Pyroxen:

Er steht an Größe meist hinter den Plagioklasen und Olivinen etwas zurück. Auslöschungsschiefe an einem Schnitt nach 010 $c\gamma$ 46° (Ilha grande).

Der Basalt von Cerqueira Cesar ist reich an feinen Apatitnädelchen und sehr arm an Olivin.

Ausscheidungsfolge: Ein durch einen großen Pyroxeneinsprengling gewachsener leistenförmiger Plagioklas läßt vermuten, daß dieser seine Ausscheidung früher begonnen hat. In der Grundmasse zeigen die ausgeschiedenen Minerale gleichzeitige Kristallisation, zuletzt erstarrte der Glasrest.

9. Olivinarmer Basalt vom Goldfundort am Rio Paranapanema nahe der Ortschaft Ilha grande (Kerner, III, p. 1122) und am Wege von Santa Cruz nach Oleo (III, p. 1125).

Diese Gesteine besitzen Intersertalstruktur. Die Zwickel zwischen den divergentstrahligen Plagioklasleisten und den kleinen kurzprismatischen Augiten sind ausgefüllt von einer hellviolettbraunen Glasbasis mit reichlichen Globuliten oder ausgeschiedenen Augitnädelchen. Stellenweise ist das Glas in eine rotbraune doppelbrechende Substanz umgewandelt.

Gelegentlich finden sich Anklänge an porphyrische Struktur durch einzelne größere Plagioklase und Pyroxene.

Plagioklasbestimmungen (Basalt beim Goldfundort):

Größerer homogener Karlsbader Doppelzwilling.

1	1′	2	2′
31°	31°	$19^1/_2$°	$19^1/_2$°

Anorthitgehalt 49%.

Die eine Hälfte des Karlsbader Zwillings (11′) war nahe $\perp M$ und P getroffen, was 56% An entspricht. Ein anderer Schnitt $\perp M$ und P eines homogenen Plagioklas gab + 29° Auslöschung. Anorthitgehalt 53%.

Größere zonar gebaute Plagioklase zeigen häufig einen großen homogenen Kern, der gegen eine schmale Hülle scharf abgegrenzt ist.

Schnitt parallel M eines tafelförmigen Plagioklas, ohne Zwillingslamellen, mit Spaltrissen nach P, nahezu $\perp$ Mittellinie γ:

	Kern	Hülle
Auslöschung	—21°	— 7°
Anorthitgehalt.....	58%	37%

Der Unterschied der Zusammensetzung von Kern und Hülle ist also hier nicht unbedeutend.

Pyroxen (Goldfundort):

An einem Schnitt, der nahezu $\perp \beta$ getroffen war, wurde die Auslöschung $c\gamma$ $43^1/_2$° gemessen.

Im selben Gestein findet sich akzessorisch etwas Calcit.

In der anderen Varietät trifft man ab und zu kleine Blasenräume, die mit schwach licht- und doppelbrechenden zeolithischen Aggregaten erfüllt sind.

Ausscheidungsfolge: Es ließ sich feststellen, daß der Plagioklas älter ist als der Augit. Etwas später als dieser kristallisierte der Magnetit aus.

III. Granitische Gesteine.

10. Amphibolgranitit von Parahyba w. von São Paulo.[1]

Zahlreiche bis $4^1/_2$ *cm* lange und 17 *mm* breite Alkalifeldspate und große Plagioklase geben dem grobkörnigen Gestein ein porphyrartiges Aussehen. Die Alkalifeldspatkristalle sind hellgrau, stellenweise weiß gefleckt, nach der Kante *M*/*P* gestreckt, deutlich spaltbar nach 001 und 010, weniger deutlich nach dem Prisma, zeigen lebhaften Perlmutterglanz auf *P* und Glasglanz auf *M*, auf Bruchflächen Fettglanz. Der Plagioklas ist reichlich vorhanden, schneeweiß, glanzlos trübe. Neben rundlichen wasserhellen Quarzkörnern findet sich ziemlich viel Biotit in schwarzen glänzenden Täfelchen, schwarze glanzlose Hornblende und etwas Titanit in glänzend braunen, bis 2 *mm* großen Kriställchen, die oft in den großen Feldspatindividuen eingeschlossen erscheinen. Schließlich bemerkt man noch ab und zu kleine Schnüre von Pyrit.

Zur Untersuchung lagen drei Handstücke vor, von denen zwei der gegebenen Beschreibung vollkommen entsprachen, während beim dritten die Alkalifeldspate rot gefärbt waren und das Gestein durch Chloritbildung, die sich von den dunklen Gemengteilen auch über die Plagioklase verbreitet, einen grünlichen Anflug hatte. Wie die mikroskopische Beobachtung lehrt, besitzt das Gestein hypidiomorph körnige Tiefengesteinsstruktur.

Bei der Untersuchung des Alkalifeldspates wurde zunächst die Lichtbrechung an Splittern auf der *P*-Fläche mit der Immersionsmethode bestimmt. Ich erhielt folgende Werte: α 1·523, γ 1·53. Orientierte Schliffe nach *P* und nach *M* erwiesen sich als Mikroklin, der auf *P* ein System von recht-

[1] Im Reisebericht von Dr. Kerner nicht erwähnt.

winklig sich kreuzenden Zwillingslamellen nach dem Albit- und Periklingesetz und eine Auslöschungsschiefe von 15° 30′ zur Trasse nach *M* zeigt. Die Gitterstruktur geht stellenweise in homogenen Mikroklin über. Auf *M* erscheint die Hauptmasse homogen und hat eine Auslöschung von + 5° zu Spaltrissen nach *P*. Der Mikroklin ist frisch. Er zeigt perthitische Einlagerungen von etwas stärker licht- und doppelbrechender Feldspatsubstanz und ist demnach ein Mikroklinmikroperthit.[1] Es lassen sich zwei Arten von Einlagerungen beobachten. Auf der Fläche 010 bemerkt man bei starker Vergrößerung äußerst feine, streng parallel verlaufende kurze Spindeln von vollkommen frischem Albit, die mit den Spaltrissen nach *P* einen Winkel von $73^1/_2°$ bilden, was der wiederholt beschriebenen Verwachsung nach dem Doma $\bar{8}01$ — der Murchisonitspaltung — entspricht. Die Entstehung dieser feinen Einlagerungen darf man sich wohl durch Entmischung erklären, wie Becke[2] angedeutet hat.

Weitaus auffälliger als die soeben beschriebenen feinen Spindeln und schon bei ganz schwacher Vergrößerung zu beobachten ist ein Netzwerk von breiten, merklich zersetzten Feldspatbändern von unregelmäßiger Begrenzung. Ihre Auslöschungsschiefe beträgt auf *P* 2° und auf *M* $+15^1/_2°$ zur Trasse *M*/*P*, was nach M. Schuster einem Oligoklasalbit entspricht. Im konvergenten Licht zeigen diese Einlagerungen auf 010 den Austritt der positiven Mittellinie, die aber von der des Mikroklin in der Richtung der Achsenebene abweicht.

Auf *P* tritt bei beiden die optische Normale aus. Diese Oligoklasalbitbänder lassen keine Zwillingsstreifung erkennen

[1] F. Becke, Die Gneisformation des niederösterreichischen Waldviertels, Min.-petr. Mitt., IV, 195, 1882; W. C. Brögger, Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite, Zeitschr. f. Krist., 1890, XVI, 556; J. H. Kloos, Beobachtungen an Orthoklas und Mikroklin, N. Jahrb., 1884, II, 87; Otto Wenglein, Über Perthitfeldspate, Inauguraldissertation, 1903, Kiel; F. E. Suess, Über Perthitfeldspate aus kristallinischen Schiefergesteinen, Jahrb. d. Geol. Reichsanst., 1903, Bd. 53, p. 417; Rosenbusch, Mikr. Physiographie d. petr. wichtigen Mineralien, 1905, IV. Aufl., Bd. I, 2, Taf. XI, Fig. 2 und 3.

[2] F. Becke, I., Mineralbestand und Struktur der kristallinischen Schiefer, Denkschriften der Wiener Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl., *75*, 5 (1903).

und verlaufen auf P annähernd parallel den Kanten $P:k$, $P:l$ und $P:T$, während sie auf M ungefähr die Richtung der Vertikalachse und der x-Fläche einhalten. Eine genaue Messung ist allerdings ausgeschlossen. Auch längs der Spaltrisse nach P habe ich in einem der Dünnschliffe ein Oligoklasalbitband beobachtet. Manchmal sieht man, daß solche Bänder von größeren Flecken, mit denen sie gleich auslöschen und gleiche Licht- und Doppelbrechung besitzen, ihren Ausgang nehmen. Die Entstehung dieser Bänder wurde schon auf verschiedene Weise erklärt. Jedenfalls sind dieselben sekundärer Natur und jünger als die feinen, streng parallelen Spindeln. Durch Gebirgsdruck, dessen Einfluß sich im untersuchten Gestein überall deutlich verrät, bilden sich infolge von Spannungen Sprünge und Risse nach Flächen, welche nicht der vollkommenen Spaltbarkeit von M und P entsprechen.[1] Auf diesen Kontraktionsrissen, welche wohl durch ätzende Lösungen vorher erweitert wurden, setzte sich die Albitsubstanz aus zirkulierenden Lösungen ab. Der Albit stammt in diesem Falle jedenfalls aus dem durch Gebirgsdruck ebenfalls in Umwandlung begriffenen Kalknatronfeldspat, wie denn auch die nach diesem auftretenden Pseudomorphosen von Epidot und Muskovit frei oder sehr arm an Na sind.

In diesen orientierten Dünnschliffen fand ich als Einschluß Titanit, Apatit und Plagioklas mit Pseudomorphosen von Muskovit. Auf Spalten und Sprüngen lagern sich sekundär Kalkspat und Epidot ab.

In den Gesteinsdünnschliffen fehlt dem Mikroklin eine deutliche kristallographische Umgrenzung.

Die Plagioklase sind nach der Kante M/P gestreckt. Die Querschnitte bilden Tafeln; die kristallographische Begrenzung ist keine scharfe, vielmehr sind die Ränder gewöhnlich ausgezackt. Die Kristalle sind polysynthetisch nach dem Albitgesetz verzwillingt, wozu noch häufig das Karlsbader Gesetz hinzutritt. Es kommen auch Zwillingsbildung nach dem Periklingesetz und manchmal Doppelzwillinge nach diesem

[1] J. Lehmann, Über die Mikroklin- und Perthitstruktur der Feldspate, Jahrb. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur, 1886, 17. Jänner und 16. Februar; 1885, 11. Februar, p. 96 bis 100.

und dem Albitgesetz vor. Stetig vom Kern zur Hülle fortschreitende Zonarstruktur ist häufig. Sie entspricht der allgemeinen Regel. An einem Doppelzwilling nach dem Albit- und Periklingesetz wurde in den Albitlamellen mittels des Eclairement comun gefunden, daß der Kern basischer ist als die Hülle. Der optische Charakter ist negativ. Der Achsenwinkel nahe an 90°.

Aus einer Reihe ziemlich gut übereinstimmender Beobachtungen ergibt sich, daß der Plagioklas ein basischer Oligoklas ist. An einem Karlsbader Doppelzwilling, nahe parallel *M*, ließ sich der Winkel zwischen den beiden optischen Achsen *AB'* in Albitlamellen und der Winkel der zwei *A*-Achsen in Karlsbader Lamellen messen.

$AB' = 11° 30'$ ..... An-Gehalt 26%,
$A_1A_2 = 25°$ ..... » » 28%.

In einem Schnitt senkrecht auf die Mittellinie γ betrug die Auslöschungsschiefe zu den Spaltrissen nach $P + 4°$. An-Gehalt 24%. Der Vergleich mit Canadabalsam, dessen Brechungsexponent bei Vergleich mit Quarz etwas niedriger war als $1 \cdot 544$, zeigte

$\alpha =$ Canadabalsam,
$\gamma >$ »

Bei zonar gebauten Plagioklasen wurde bei Vergleich der Brechungsexponenten mit Quarz gefunden:

Hülle, Kreuzstellung ..... $\omega > \gamma', \varepsilon > \alpha'$,
Parallelstellung ..... $\omega > \alpha', \varepsilon > \gamma'$.

Die Hülle ist folglich Albit-Oligoklas

Kern ..... $\omega = \beta$.

An Gehalt etwa 22%. Bei dieser Beobachtung berührte das Quarzkorn den Kern eines zonar gebauten Plagioklas. Beide Minerale waren nahezu senkrecht zur optischen Achse getroffen und beide löschten gleichzeitig aus.

Der Plagioklas ist stark umgewandelt. Am häufigsten beobachtet man leistenförmige, stark licht- und doppelbrechende farblose Schüppchen mit gerader Auslöschung und γ in der Längsrichtung, was wohl alles für eine glimmerartige Substanz spricht. Daneben finden sich aber auch blaßgelbliche, stark licht- und doppelbrechende Körner mit übernormalen Polarisationsfarben und negativem Charakter der Doppelbrechung. Bei einem Zwilling nach 100, dessen Individuen symmetrisch und senkrecht auf β getroffen waren und eine Auslöschung von $3° \; c : \alpha$ zeigten, lag die Auslöschung α im spitzen Winkel zwischen der Vertikalachse und den Spaltrissen nach 001.

Diese Beobachtungen charakterisieren das Mineral als Epidot. Derselbe bildet sich an der Grenze zwischen Plagioklas und Hornblende, wobei ersterer das Al und Si, die letztere das Fe liefert.

Diese beiden Umwandlungsprodukte sprechen dafür, daß das Gestein einem starken Druck ausgesetzt war, während die undurchsichtigen, schmutzigen, im auffallenden Lichte Farben trüber Medien zeigenden wasserhaltigen Tonerdesilikate, welche sich neben den beiden ersten Umwandlungsprodukten finden, auf nachträgliche Verwitterung hinweisen.

Der Biotit bildet lappige, oft ausgezackte Tafeln, die durch Druck lokal stark verbogen sind. Er ist nahezu einachsig, besitzt gerade Auslöschung, $c = \gamma$, auf 010 und intensiv dunkelbraungrüne Farbe. Er ist stark pleochroitisch:

$\gamma = \beta$	$>$	α
dunkelbraungrün (dunkelolivgrün)		gelbgrün
10 c		10 m

nach Radde's Farbenskala. Infolge der starken Absorption sind die Interferenzfarben meist nicht wahrnehmbar. Pleochroitische Höfe sind selten. An Einschlüssen beobachtete ich Apatit, rotbraunen, primären Titanit, braune, stäbchenförmige, parallel angeordnete Mikrolithen, die meist für Rutil gedeutet werden, und farblose, sehr kleine, stark licht- und doppelbrechende Säulchen, die keine gerade Auslöschung zeigen und

auf Neubildungen von Titanit deuten. Sie finden sich auch als Randbildungen des Biotit und weisen ebenfalls auf mechanische Inanspruchnahme des Gesteins hin. Stellenweise geht der Biotit in intensiv grasgrünen Chlorit über, dessen Blätter ebenfalls oft verbogen sind. In anderen Schnitten tritt dieser jedoch in paralleler Verwachsung mit völlig unversehrtem Biotit auf, haarscharf von diesem abgegrenzt und ohne Übergänge und scheint demnach primärer Natur zu sein. Der Chlorit ist einachsig mit positivem Charakter der Doppelbrechung und stark pleochroitisch. Parallel der Spaltung nach 001 ist die Absorption stärker als senkrecht dazu.

$$\omega > \varepsilon$$

grasgrün blaßgelblich.

Der Chlorit hat niedere Doppelbrechung und unternormale Interferenzfarben nach dem Schema $(\gamma—\alpha)\rho > (\gamma—\alpha)v$.

Gegenüber dem Biotit ist die Verbreitung der Hornblende beschränkt. Im allgemeinen fehlt ihr kristallographische Begrenzung, doch finden sich Querschnitte mit deutlicher prismatischer Spaltbarkeit, welche vollkommen ausgebildet sind.

Zwillingsbildung nach 100 habe ich öfter beobachtet. Die Hornblende ist intensiv gefärbt und sehr stark pleochroitisch:

$$\gamma > \beta > \alpha$$

dunkelblaugrün bräunlichgrün hellgrasgrün.

Optischer Charakter negativ. Dispersion $\rho > v$ um α.

Der Winkel der optischen Achsen beträgt 52° um α; die Höhe der Doppelbrechung $(\gamma—\alpha) = 0{\cdot}028$ wurde an einem Schnitt nach 010 gemessen. Die Dispersion der Doppelbrechung ist sehr stark. Ich beobachtete mit dem Babinet'schen Kompensator $(\gamma—\alpha)\rho > (\gamma—\alpha)v$. Die Hornblende hat unternormale Polarisationsfarben. Am selben Schnitt bestimmte ich die Auslöschungsschiefe $c\gamma$ 16°.

Stellenweise zeigt die Hornblende beginnende Umwandlung in Chlorit und Epidot. Als Einschlüsse erscheinen Apatit, Magnetit und Titanit.

Der Quarz ist stets allotriomorph. Er zeigt vielfach Kataklasstruktur und undulöse Auslöschung. Er ist reich an Flüssigkeitseinschlüssen, die reihenweise angeordnet sind.

Das Vorkommen von Magnetit und Apatit ist im Gestein nicht von Bedeutung.

Der Magnetit erscheint meist in Körnern, hie und da in Oktaedern.

Der Apatit bildet langgestreckte kleine Prismen und sechsseitige Durchschnitte derselben.

Primärer Titanit findet sich in gut ausgebildeten, rotbraunen Kristallen, die öfter Briefkuvertform mit zahlreichen unregelmäßigen Sprüngen und Rissen zeigen. Er ist schwach pleochroitisch: $\gamma > \beta$ und bildet manchmal Zwillinge nach 001.

11. Granit von Rio grande s. ö. von São Paulo.[1]

In dem grobkörnigen, hellweißlichgrauen Handstück zeigen die einzelnen Gemengteile, deren Durchmesser zwischen 15 und 5 *mm* liegt, keinen wesentlichen Größenunterschied. Wasserklare, glasglänzende Quarzkörner, matte, weiße, nur ab und zu auf Spaltflächen aufleuchtende Feldspate bilden die Hauptmasse des Gesteins; Biotit tritt stark zurück, farblosen Glimmer sieht man, wenn auch nicht häufig, in kleinen Blättchen.

Unter dem Mikroskop erweist sich die Struktur des Gesteins als richtungslos, hypidiomorph körnig. Der Plagioklas erscheint gegenüber dem Quarz und Mikroklin etwas weniger verbreitet, doch ist er immerhin reichlich vorhanden. Die verhältnismäßig seltenen Biotittäfelchen und die Plagioklase sind idiomorph gegenüber Mikroklin und Quarz; kleine Plagioklase und Quarzkörnchen kommen gelegentlich als Einschlüsse im Mikroklin vor. Bemerkenswert ist das reichliche Vorkommen von Myrmekit, der in Form von größeren oder kleineren runden Lappen in den Mikroklin vordringt oder breit leistenförmig an dem Mikroklinrand fortwächst. Dieser Myrmekit ist sehr arm an Quarz; oft fehlt derselbe ganz. Die Konturen des Myrmekit gegen den Mikroklin sind oft ganz unregelmäßig.

Der Mikroklin bildet breite Tafeln nach *M* und *P*. Der Winkel der optischen Achsen ist so groß, daß die Entscheidung über den optischen Charakter unsicher wird. Doch erschien

---

[1] Im Reisebericht von Dr. Kerner nicht erwähnt.

er an Stellen, die von Zwillingslamellen ganz frei waren, noch negativ.

Der Mikroklin ist frisch. Die Gitterstruktur ist stets vorhanden, und zwar sind die Periklinlamellen so vollkommen ausgebildet, daß die ganze Erscheinung gegen die Annahme von Sabersky[1] spricht, wonach die Gitterlamellierung nach Art der Roc tourné-Zwillinge durch Verschiebung von Albitlamellen zu erklären sei. Die Struktur dieser Mikrokline ähnelt vielmehr Plagioklasdurchschnitten, die, nach M und P getroffen, Zwillingslamellierung nach dem Albit- und Periklingesetz zeigen.

Sehr deutlich bringt diese Beziehung zum Ausdruck ein Gittermikroklindurchschnitt mit randlicher, breit leistenförmiger Fortwachsung von Albit, der ebenfalls Gitterlamellierung beobachten ließ. Die Albit- und Mikroklinlamellen löschten gleichzeitig aus, doch war die Orientierung eine entgegengesetzte.

Der Mikroklin ist meist homogen; unregelmäßige perthitische Albiteinlagerungen sind nicht häufig.

Der Plagioklas erscheint entweder in selbständigen, chemisch homogenen, meist jedoch zonar gebauten Kristallen oder in Form des Myrmekit. Die Kristalle sind tafelförmig nach M und P entwickelt, jedoch ohne kristallographische Begrenzung. Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz ist sehr verbreitet. Häufig tritt dazu noch das Periklingesetz. Bei den zonar gebauten Plagioklasen sind die einzelnen Zonen nicht scharf abgegrenzt; die Zunahme der Albitsubstanz vom Kern zur Hülle ist eine allmähliche. Der Plagioklas hat positiven Charakter der Doppelbrechung.

Bei den zonar gebauten Plagioklasen bildet den Kern Oligoklasalbit, die Hülle Albit.

Schnitt annähernd $\perp M$ und P:

	Kern	Hülle
1	$-6^1/_2°$	$-14°$
1′	$-5^1/_2°$	$-15^1/_2°$
Anorthitgehalt:	14%	0%.

[1] N. Jahrb. B. B., *7*, 359 (1891).

Homogener Plagioklas:

Vergleich mit Quarz:

Parallelstellung..... $\alpha' < \omega$, $\gamma' < \varepsilon$.

Kreuzstellung..... $\alpha' < \varepsilon$, $\gamma' = \omega$.

Bei einem homogenen Plagioklas fand ich in einem Schnitt nahe parallel 010 den Winkel zwischen den beiden optischen Achsen AB' in Albitlamellen 12° 15′.

Beide Beobachtungen geben Oligoklasalbit entsprechend dem Kern zonar gebauter Plagioklase.

Die selbständigen Plagioklase zeigen erst die Anfangsstadien der Umwandlung, als deren Produkt farbloser Glimmer auftritt.

Der Myrmekitfeldspat steht oft in innigstem Zusammenhang mit den selbständigen Plagioklasen, von deren Hülle er dann seinen Ausgang nimmt. Er zeigt ebenfalls häufig Zwillingslamellierung. Aus dem Vergleich mit Quarz geht hervor, daß der Plagioklas des Myrmekit dem Albit nahesteht. Alle Brechungsexponenten waren in Parallel- und Kreuzstellung kleiner als die des Quarz. Ein Schnitt nahezu senkrecht zur Mittellinie γ, der Zwillingsstreifung nach dem Periklingesetz erkennen ließ, hatte eine Auslöschungschiefe $+17°$ zu den Spaltrissen nach P. Die Periklinlamellen bildeten einen Winkel von beiläufig $+20°$ zur Trasse nach 001.

Das Auftreten des Quarzes bietet nichts Erwähnenswertes. Undulöse Auslöschung und reihenförmige Einschlüsse von braunen, schwach lichtbrechenden, sehr kleinen Körnchen sind öfter zu beobachten.

Der Biotit bildet braune Täfelchen ohne kristallographische Begrenzung. Er ist stark pleochroitisch $\gamma = \beta > \alpha$. Pleochroitische, dunkelbraune Höfe um Zirkon sind sehr häufig. Dieselben sind fast schwarz in Stellungen, in denen der Biotit am dunkelsten ist.

Der im Gestein auftretende farblose Glimmer ist stets sekundärer Natur. Je nach der Art seiner Entstehung ist er verschieden ausgebildet. Als Neubildung nach Plagioklas erscheint er in feinen Schüppchen und Täfelchen, die mehr oder weniger parallel im Feldspat eingelagert sind. Große zackige Lappen von Muskovit lassen überall erkennen, daß sie

aus Biotit hervorgegangen sind. In diesen Lappen, die oft in Mikroklin oder Plagioklas eingewachsen sind, liegen in sehr vielen Fällen noch kleine Reste von Biotit. Anderseits zeigen oft große Biotite, die meist mehr oder weniger ausgebleicht und trübe grünlich gefärbt sind, terminal kleine Zapfen oder parallel der Spaltbarkeit schmale Streifen von farblosem Glimmer. Oft kann man auch beobachten, wie ein mit Biotit verwachsener Muskovit unregelmäßig zackig in ersteren eingreift. Diese Muskovitlappen besitzen einen kleinen Achsenwinkel um die Mittellinie α und Achsendispersion $\rho > v$ um α.

Akzessorisch führt das Gestein hie und da etwas Turmalin.

Wie aus dem Mineralbestand hervorgeht, gehört das beschriebene Handstück zu den sauersten und kalkarmen granitischen Gesteinen. Nach einem Vorschlage von Prof. Becke wären solche Vorkommnisse mit Beibehaltung der von G. Rose eingeführten Unterscheidung von »Granit« und »Granitit« — wenn auch in etwas anderer Auffassung — als echte Granite zu bezeichnen, während für kalkreiche Granite, zu denen unter anderen die verschiedenen Gesteinsvarietäten des Riesen- und Isergebirges[1] gehören, der Name Granitit beizubehalten ist.

Die beiden beschriebenen Vorkommen haben eine gewisse Familienähnlichkeit mit solchen Graniten, die in Verbindung mit kristallinischen Schiefern aufzutreten pflegen. Bemerkenswert ist namentlich der Gehalt an Mikroklin, das Auftreten von Myrmekit, die Spuren von Kataklase. Diese Gesteine sind auch unverkennbar nahe verwandt mit den unter IV (kristallinische Schiefer) angeführten Granitgneisen, die sich unmittelbar hier anschließen.

IV. Kristallinische Schiefer.

Granitgneise.

Die hier zusammengefaßten Gesteine zeigen unverkennbar eine nahe Beziehung zu Tiefengesteinen von granitischem

---

[1] L. Milch, Beiträge zur Kenntnis der granitischen Gesteine des Riesengebirges, II. Teil, 1902, N. Jahrb. B. B., XV.

Charakter, welche recht deutlich im Mineralbestand zum Ausdruck kommt.

Mikroklin, die sauren Glieder der Plagioklasreihe bis Andesin, Quarz, Biotit erscheinen als wesentliche, Zirkon, Apatit, Turmalin, Titanit als die häufigsten akzessorischen Gemengteile.

Der Akalifeldspat ist stets ein Mikroklinmikroperthit, der in den verschiedenen Varietäten in der Ausbildung etwas abweicht. Die Mikroklingitterung ist in den geeigneten Schnitten sehr deutlich ausgebildet. Homogenen natronhältigen Orthoklas oder Anorthoklas fand ich in keinem dieser Granitgneise.[1]

Die Plagioklase zeigen noch die normale[2] Zonenfolge der Erstarrungsgesteine; der Kern ist reicher an Anorthitsubstanz als die Hülle. Neubildungen von Myrmekit finden sich in allen von mir untersuchten Granitgneisen. Diese aus einem sauren Plagioklas — meist Albitoligoklas — und Quarz bestehende Verwachsung dringt vom Rande aus in schon vorhandenen Mikroklin hinein und verdrängt denselben.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem granitischen Erstarrungsgestein und diesen Granitgneisen liegt in der Struktur, die sich als eine kristalloblastische bei granoblastischer Ausbildung darstellt. Was die Kristallformen der Gesteinskomponenten betrifft, so kann man beobachten, daß oft der Plagioklas und Quarz in konvexen Zapfen in den Mikroklin hineinwächst, der dann eigentümlich ausgezackte Xenoblasten bildet. Diese Erscheinung wird von Becke,[3] als hervorgerufen durch Unterschiede in der Oberflächenspannung angesehen.

Ordnet man die Gemengteile nach abnehmender Kristallisationskraft, so erhält man folgende Reihenfolge,

---

[1] Vergl. F. Becke, Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer, Denkschriften der Wiener Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl., *75*, 6 (1903).

[2] F. Becke, Über die Zonarstruktur der Kristalle in Erstarrungsgesteinen. Min.-petr. Mitt., XVII, 97. — F. Becke, Petrographische Studien am Tonalit der Rieserferner. Min.-petr. Mitt., XIII, 414.

[3] F. Becke, I., Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer. Denkschriften der Wiener Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl., *75*, 44 (1903).

welche vollkommen der von Prof. Becke[1] aufgestellten entspricht:

Titanit, Apatit, Zirkon, Turmalin.
Epidot.
Biotit.
Plagioklas, Quarz.
Mikroklin.

Die kristalloblastische Struktur ist nicht immer vollkommen ausgebildet. Man beobachtet Palimpseststrukturen, bei denen noch Spuren der ursprünglichen Massengesteinsstruktur deutlich erkennbar sind, so z. B. die Augenstruktur, bei der die alten Einsprenglinge der porphyrartigen Granite, wenn auch in gerundeten Formen, erhalten sind.

12. Granodioritgneis von Iguapé.[2]

In dem grobkörnigen Gestein erscheinen die bis zu 2 *cm* langen Feldspatkristalle als linsenförmige Augen, die annähernd parallel angeordnet sind und um die sich Biotitschuppen in schmalen Flasern netzförmig herumlegen. Quarz kann man mit freiem Auge nur hie und da wahrnehmen. Im Dünnschliff erkennt man eine starke Annäherung an die alte Massengesteinsstruktur. Schieferung ist nur manchmal angedeutet. Kataklase, welche sich in Zerfall der Mikroklin- und Quarzkristalle in zahlreiche Körner, Verbiegung der Biotittafeln, undulöser Auslöschung bei Quarz und Biotit äußert, tritt häufig auf und zeugt von mechanischer Einwirkung auf das Gestein, das seinem Mineralbestand nach der unteren Tiefenstufe angehört.

In einem granoblastischen Grundgewebe von Quarz und sehr wenig Mikroklin liegen zahlreiche größere Augen von Mikroklin, idiomorphe Kristalle von Plagioklas und Biotit.

Myrmekitische Quarz-Plagioklasverwachsungen finden sich in schöner Ausbildung. Sie verdrängen den Mikroklin, so daß stellenweise nur noch kleine Teilchen desselben im Myrmekit eingeschlossen sind.

---

[1] Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer, Denkschriften der Wiener Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl., *75*, 42 (1903).

[2] Reisebericht von Dr. Kerner IV, p. 1133.

Die weitaus größten Augen bestehen aus Mikroklinmikroperthit in der gleichen Ausbildung wie beim Granit von Parahyba. Auch hier treten die streng parallelen Verwachsungen nach $\bar{8}01$ hinter den unregelmäßigen Albitbändern stark zurück. Der Mikroklin ist frisch und mit prachtvoller Entwicklung der Gitterstruktur ausgestattet.

Wenn auch die einzelnen Kristalle nie die Größe erreichen wie beim Alkalifeldspat, so überwiegt doch an Menge der Plagiogklas, der stellenweise von farblosen Glimmerschüppchen als Neubildungen erfüllt ist. Der Kalknatronfeldspat zeigt noch die normale, stetig fortschreitende Zonenfolge der Erstarrungsgesteine, ist optisch negativ im Kern und $\pm$ in der Hülle.

Die Achsendispersion ist $\rho > v$.

Schnitt fast genau senkrecht zur Mittellinie α mit Albitlamellen und Spaltrissen nach P.

	Kern	Hülle
Auslöschung	$+ 7^1/_2°$	0°
Anorthitgehalt . . .	25%	20%

Dieser Schnitt zeigte eine interessante Erscheinung, die sich bei den meisten größeren Durchschnitten des Plagioklas wiederholte. In der Hülle waren Flecken, die sich als Geäder in den Kern erstreckten, diesen stellenweise stark verdrängten und eine Auslöschung von $- 4°$ hatten, was 17% An entspricht.

Diese Partien waren erfüllt von sekundären farblosen Glimmerschüppchen, während die übrigen Teile des Plagioklas relativ frei davon waren. Der An-reiche Kern wird also umgewandelt in einen dem Ab nahestehenden Feldspat und Muskovit. Der neu entstehende Feldspat ist aber, wie die Messung der Auslöschungsschiefe zeigte, saurer als die äußerste Hülle, die unversehrt blieb, wobei jedoch der Unterschied geringer ist als bei dem ursprünglichen Erstarrungsgestein. Wir haben also hier ein typisches Beispiel für die Entstehung der inversen Zonenfolge — Kern saurer als Hülle — der kristallinen Schiefer.

Daß die Hülle saurer ist, bestätigte auch der Vergleich mit Quarz:

Parallelstellung . . . . . $\alpha' < \omega, \gamma' < \varepsilon,$
Kreuzstellung . . . . . $\alpha' < \varepsilon, \gamma' = \omega.$

Der Myrmekitfeldspat zeigte für Parallelstellung dasselbe Verhalten, für Kreuzstellung fehlte ein geeigneter Schnitt.

Der Biotit bildet Tafeln oder feinschuppige Flasern an Stellen, die Kataklase erkennen lassen, er ist braun gefärbt, stark pleochroitisch:

$\gamma = \beta$	$> \alpha$
dunkelbraun	hellbraun

Dunkle pleochroitische Höfe um Zirkon finden sich in großer Zahl.

Der Muskovit ist stets sekundärer Natur, dynamometamorph entstanden. Er tritt auf an Stellen, die deutliche Kataklase zeigen, in lang gezogenen Flasern, in denen die Schüppchen parallel angeordnet sind. Die Glimmerpseudomorphosen nach Plagioklas wurden bereits erwähnt. Sekundär sind auch die parallelen Verwachsungen mit Biotit, der manchmal ein Fortwachsen von Muskovit in einen Plagioklaskristall, aus dem er entstanden ist, beobachten ließ.

Der Quarz tritt an Menge hinter den Feldspaten stark zurück. Er bildet rundkörnige Aggregate, die oft annähernd gleich orientiert sind.

Akzessorisch finden sich Apatit, Zirkon und Turmalin, erstere in abgerundeten Körnern.

13. Granititgneis bei der Limonenhütte am Wege von der Glimmermine am Ribeiron dos Couros nach Barra Mansa in der östlichen Serra Paranapiacaba südlich vom oberen Juquiafluß (Kerner, I, p. 1115).

Makroskopisch zeigt sich eine große Ähnlichkeit mit dem Granodioritgneis von Iguapé. Der Alkalifeldspat ist weiß, zeigt auf Spaltflächen lebhaften Glanz und bildet bis 5 *cm* lange Augen, die in der Richtung der Schieferung linsenförmig ausgezogen sind. Auch die dunkelbraunen Biotittafeln lassen parallele Anordnung erkennen.

Unter dem Mikroskop verrät sich Kristallisationsschieferung in der Anordnung der Glimmer; sie ist zum Teil verbunden mit Kataklase, welche bis zur Mörtelstruktur geht. So kann man beobachten, daß die Titanite ab und zu vollständig zerdrückt, die Biotittafeln und Zwillingslamellen der Plagioklase öfter verbogen sind, der Quarz undulöse Auslöschung zeigt. Doch ist die Kataklase nur auf einzelne Partien beschränkt. Aus der geringen Verbreitung des Muskovit, der Abwesenheit von Chlorit und der chemischen Zusammensetzung der Plagioklase muß man schließen, daß das Gestein der unteren Tiefenstufe angehört.

In einem xenoblastischen Grundgewebe von Mikroklin, Quarz und Plagioklas liegen zahlreiche dunkelbrauue Biotittafeln und große Mikroklinaugen, welche als Reste der alten Massengesteinsstruktur anzusehen sind. Diese Mikroklinaugen sind idiomorph gegen Quarz, während sonst der Quarz gegenüber dem Mikroklin, der Biotit gegen Feldspate und Quarz größere Kristallisationsfähigkeit zeigen.

Akzessorisch erscheinen in dem Gestein Titanit, Zirkon, Turmalin, Apatit, Epidot, Orthit, sekundäres dunkelbraunes Erz. Magnetit fehlt.

Der Mikroklin ist vollkommen klar durchsichtig, er zeigt sehr schöne Gitterstruktur in typischer Ausbildung. Perthitbildung gibt sich hie und da durch ganz kleine Albitspindeln zu erkennen. Der Winkel der optischen Achsen ist so groß, daß die Entscheidung über den Charakter der Doppelbrechung unsicher wird.

Der Plagioklas tritt an Menge hinter dem Mikroklin zurück. Er ist im allgemeinen frisch, nur stellenweise, besonders randlich getrübt und in Kaliglimmerschüppchen umgewandelt. Er zeigt Zwillingsstreifung nach dem Albit- und Periklingesetz und ist optisch positiv.

Schnitt senkrecht *M* und *P*.

Auslöschung ..... + $17\frac{1}{2}°$,
Anorthitgehalt ..... 32%.

Der Winkel zwischen der Ebene der optischen Achsen und den Spaltrissen nach *P* an einem Schitt nahe 010, in dem

die optische A-Achse fast senkrecht austrat, betrug 15° 30′. Das entspricht einem Andesin.

Vergleich mit Quarz:

Parallelstellung ..... $\alpha' > \omega$, $\gamma' = \varepsilon$,
Kreuzstellung ..... $\alpha' < \varepsilon$, $\gamma' > \omega$,
ferner ..... $\alpha' > \omega$, $\gamma' > \omega$.

In diesem Gestein beobachtete ich das Auftreten von Antiperthiten[1] in Form von spindel- und pflockförmigen überaus kleinen Mikroklinindividiuen im Plagioklas und mit demselben orientiert verwachsen.

Der in den Mikroklin hineindringende Myrmekit sondert sich gelegentlich in seine Bestandteile Plagioklas und Quarz, welche dann getrennt im Mikroklin liegen.

Der Biotit ist stark pleochroitisch:

$\beta = \gamma > \alpha$
dunkelbraun hellbraun.

Pleochroitische Höfe um Zirkon, Orthit und Titanit finden sich häufig und in schöner Ausbildung. Der Titanit zeigt öfter die charakteristische Briefkuvertform. Er ist braun gefärbt und schwach pleochroitisch. $\gamma > \beta$.

Apatit erscheint meist in farblosen Körnern; doch sind auch kristallographisch vollkommen begrenzte Querschnitte nicht selten.

Ein violettbrauner Turmalin kommt hie und da vor in großen, unregelmäßig begrenzten Individuen.

Epidot ist besonders häufig als Neubildung in den Partien, die Kataklase erkennen lassen. Wenn er auch meist in Körnern auftritt, so ist doch kristallographische Begrenzung nicht eben selten. Aus der ziemlich hohen Doppelbrechung bei übernormalen Interferenzfarben läßt sich auf einen eisenreichen Epidot schließen.

Der Orthit ist immer in ein gelbes isotropes Mineral umgewandelt. Er ist oft in Biotit eingeschlossen und dann von

[1] F. E. Suess, Über Perthitfeldspate aus kristallinen Schiefergesteinen. Jahrb. d. Geol. Reichsanst., *54*, 419 (1904).

einem pleochroitischen Hof umgeben. Meist umrandet den Orthit eisenreicher Epidot.

14. Feldspatreicher, biotitarmer Granitgneis von Conceição do Itanhaen.[1]

Von dem untersuchten Material erkennt man bei dem einen sehr feinkörnigen Stück mit der Lupe Andeutungen von schuppiger Textur, hervorgerufen durch Parallelstellung spärlicher gleichmäßig verteilter Biotitschüppchen. Die beiden anderen Proben zeigen Anklänge an flaserige Textur; die Flasern sind in parallelen Ebenen angeordnet und bestehen aus Schüppchen von Biotit, die locker gelagert sind. Bei gröberer Ausbildung des Kornes erscheinen dem unbewaffneten Auge auch die Feldspate, welche lebhaften Glanz auf den Spaltflächen besitzen, parallel der Schieferungsebene etwas gestreckt.

Das vierte Stück ist grobkörnig und besitzt granitähnlichen Habitus. Schieferung ist nur angedeutet; der Alkalifeldpat bildet rötliche, bis 1·8 *cm* lange, auf Spaltflächen lebhaft glänzende Individuen, der Quarz rundliche, wasserhell durchsichtige Körner, während der Plagioklas weiß trübe aussieht. In diesem Stücke sind die dunklen Gemengteile bloß in einzelnen größeren Nestern angehäuft; neben den lebhaft glänzenden Biotittafeln bemerkt man noch mattschwarze Kristalle, die sich unter dem Mikroskop als Hornblende erweisen.

Im Dünnschliff fällt vor allem das sehr starke Zurücktreten der dunklen Gemengteile auf.

Alkalifeldspat bildet die Hälfte des Mineralbestandes; an zweiter Stelle erscheint der Quarz, Plagioklas tritt zurück, noch viel mehr Biotit und Magnetit. Muskovit, Zirkon und Apatit finden sich nur akzessorisch. Das mehr oder weniger reichliche Vorkommen von Biotit und Magnetit scheint Hand in Hand zu gehen mit dem des Plagioklas.

Die Struktur ist granoblastisch, durch Kristallisationsschieferung entstanden. Die Biotite zeigen in der Regel parallele

---

[1] Reisebericht von Dr. Kerner IV, p. 1133.

Anordnung. Die Quarzkörner greifen zackig ineinander; der Alkalifeldspat bildet Xenoblasten mit konkaven Oberflächenteilchen gegenüber Plagioklas und Quarz.

Myrmekit findet man allenthalben in schöner Ausbildung randlich in den Mikroklin eingesenkt oder als schmalen Saum um den Plagioklas. Der Myrmekitfeldspat ist Albit-Oligoklas. Der Vergleich mit Quarz ergab:

Parallelstellung $\ldots\ldots \alpha' < \omega,\ \gamma' < \varepsilon.$

Kreuzstellung $\ldots\ldots \alpha' < \varepsilon,\ \gamma' \leqq \omega.$

Der Alkalifeldspat zeigt gelegentlich Zwillingsbildung nach dem Karlsbader Gesetz. Er ist meist ein Mikroklinmikroperthit mit Gitterlamellierung in schöner Ausbildung und Einlagerungen von zahlreichen feinen, streng parallelen, auf dem Querschnitt quadratischen oder rechteckigen Albitspindeln und breiten, trüben, unregelmäßigen, manchmal zwillingsgestreiften Albitbändern, welch letztere häufig ganz fehlen. Der Mikroklin ist nicht selten etwas verwittert. Oft ist er siebartig durchspickt von Quarzkörnern, die zum Teil parallel orientiert sind, eine Erscheinung, die an Mikropegmatit erinnert. In dem feinkörnigen Stück mit flaseriger Textur ist der Alkalifeldspat fast ausschließlich ein Orthoklasmikroperthit. Es finden sich viele Schnitte mit gerader Auslöschung; Gitterlamellierung fehlt. Die feinen Albitspindeln sind oft zentral gehäuft. Der Orthoklas ist klar durchsichtig, vollkommen nach M und P spaltbar, der Winkel der optischen Achsen nahe an 90°.

Der Kalknatronfeldspat zeigt feine Zwillingslamellierung nach dem Albit- und Periklingesetz. Karlsbader Zwillinge wurden nicht beobachtet. Er gehört den sauren Gliedern der Plagioklasreihe an. Seine chemische Zusammensetzung ist schwankend und hängt zusammen mit der Häufigkeit seines Auftretens im Gestein. Je reicher dasselbe an Plagioklas ist, um so basischer ist dieser.

Schnitt $\perp M$ und P:

Auslöschung $\ldots\ldots$ —12°,

Anorthitgehalt $\ldots\ldots$ 8%.

Maximum der Auslöschungsschiefen in der

Zone $\perp$ 010 $\ldots\ldots$ $-15\frac{1}{2}°$.

Anorthitgehalt $\ldots\ldots$ 3%.

Häufig ist der Plagioklas etwas zonar gebaut. Schnitt parallel M mit scharfen Spaltrissen nach 001 und ohne Zwillingslamellen, nahezu $\perp$ Mittellinie γ.

	Kern	Hülle
Auslöschung zu den Spaltrissen nach P. .	$+10°$	$+18°$
Anorthitgehalt	15%	7%

Die stetig fortschreitende Zonenfolge entspricht also der Regel bei Erstarrungsgesteinen. Diese normale Zonarstruktur kann man wohl auch als Palimpseststruktur ansehen.

Die Gesteinsprobe mit Orthoklasmikroperthit besitzt einen basischeren Plagioklas; er ist optisch negativ, der Achsenwinkel ist nahe 90°.

Maximum der Auslöschungsschiefen in der symmetrischen Zone 5°.

Anorthitgehalt 17% oder 24%.

Schnitt nahezu $\perp$ M und P:

Auslöschung . . . . . 0°,
Anorthitgehalt. . . . . 20%.

Schnitt $\perp$ zur Mittellinie α:

Auslöschung . . . . . $+2°$,
Anorthitgehalt. . . . . 22%.

Eine ähnliche Zusammensetzung hat auch der Plagioklas der Hornblende führenden Varietät:

Die Achsendispersion ist $\rho > v$.

Alle Brechungsexponenten sind höher als die des Canadabalsams; dieser war etwas niedriger lichtbrechend als Quarz.

Maximum der Auslöschungschiefe in der Zone $\perp$ 010 7°.

Anorthitgehalt 16 oder 25%.

Schnitt nahezu $\perp$ Mittellinie α:

	Kern	Hülle
Auslöschung	$+8^1/_2°$	$+5°$
Anorthitgehalt . . .	26%	23%

Demnach wieder normale Zonenfolge.

Infolge unregelmäßigen Wachstums ist Auskeilen der Zwillingslamellen nicht selten.

Häufig ist der Plagioklas etwas umgewandelt. Es finden sich Neubildungen von farblosen Glimmerschüppchen und

schwach lichtbrechenden, trüben, erdigen, wasserhaltigen Tonerdesilikaten — letztere als Verwitterungsprodukt. Dann hat sich auch randlich oft Limonit abgesetzt. Im Plagioklas beobachtet man dunkelbraune, haarfeine, nach drei verschiedenen Richtungen eingelagerte Nädelchen. Im Quarz sind sie regellos. Dieser zeigt öfter undulöse Auslöschungen und Flüssigkeitsschnüre. Als Einschluß trifft man ihn im Plagioklas und Mikroklin.

Der Biotit ist braun, pleochroitrisch:

$$\gamma = \beta > \alpha$$

braun gelblich

(selten dunkelolivbraun).

Stellenweise beginnt er in grünen Chlorit sich umzuwandeln. Derselbe ist pleochroitisch:

$$\omega > \varepsilon$$

grün gelblich.

Der Magnetit hat oft einen Leukoxenrand.

Hornblende kommt nur in einer Gesteinsprobe vor. Sie bildet unregelmäßig begrenzte Individuen, ist dunkelgrün gefärbt und stark pleochroitisch.

$$\gamma = \beta > \alpha$$

dunkelblaugrün braungrün hellgelblichgrün.

Sie ist optisch negativ und zeigte in einem Schnitt nahe 010 $c\gamma$ 24°.

15. Schuppengneise aus dem Quellgebiete des Rio Mambú in der südöstlichen Serra do mar (vergl. Kerner, II, p. 1119).

Von den soeben besprochenen Granitgneisen unterscheiden sich diese Gesteine vor allem durch das Fehlen des Mikroklin (Alkalifeldspat) und des Myrmekit sowie durch das Vorhandensein einer schuppigen Textur, welche ich übrigens, wenn auch nur angedeutet, bei einer Varietät von Granitgneis beobachtet habe.

a) Schwarzgrauer Schuppengneis.

Das dichte, auf den Schieferungsflächen reichlich mit farblosen Glimmerschüppchen bedeckte Gestein, in dem die dunklen Gemengteile die hellen überwiegen, besitzt folgende

mineralogische Zusammensetzung. Ein olivgrüner Glimmer und nächst ihm schwarzes Eisenerz treten besonders stark hervor. Ferner findet sich viel Quarz, ein saurer Plagioklas, farbloser Glimmer, ferner ganz untergeordnet Apatit, Zirkon, Turmalin, Epidot als primäre Gemengteile, braunes Eisenerz und Chlorit als Neubildungen nach Biotit.

Die Kristallisationsschieferung ist deutlich ausgeprägt. Die Glimmerschüppchen sind mehr oder weniger parallel angeordnet. Quergestellte Biotite zeigen dickere Gestalt, wie dies der allgemeinen Ausbildung in den kristallinen Schiefern entspricht.[1]

Der Biotit ist olivgrün (Radde's Farbenskala Nr. 36 gelbgrüngrau), stark pleochroitisch:

$$\beta = \gamma > \alpha$$
Nr. 36 i r

Der Achsenwinkel ist so klein, daß der Biotit einachsig erscheint. Besonders schön sind die pleochroitischen Höfe um Zirkon und Apatit.

Gegenüber den hellen Gemengteilen zeigt der Biotit größere Kristallisationskraft.

Als Einschlüsse finden sich farblose, stark licht- und doppelbrechende Nädelchen, die, nach drei verschiedenen Richtungen im Glimmer eingelagert, γ in der Längsrichtung zeigen und mit großer Wahrscheinlichkeit für Rutil zu halten sind. Außerdem finden sich als Einschlüsse noch braune Täfelchen von Titaneisen. Aus dem Auftreten dieser Nadeln und Täfelchen am Rande der Biotite kann man auf ihre sekundäre Entstehung schließen.

Als Neubildung nach Biotit tritt öfter ein braunes Eisenerz und grüner Chlorit auf, wobei ersteres diesen umrandet. Unternormale Farben, schiefe Auslöschung zur Zwillingstrasse und α parallel den Spaltrissen weisen auf Klinochlor hin.

Öfter ist mit dem Biotit ein farbloser Glimmer verwachsen, der kleinen Achsenwinkel und in Schnitten nach der Spaltfläche eine wellige Auslöschung zeigt.

---

[1] F. Becke, Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer, p. 39.

Der Quarz bildet Xenoblasten mit oft undulöser Auslöschung.

Der Plagioklas ist ein Andesin, der optische Charakter $\pm$.

In einem Schnitt mit senkrechtem Austritt einer optischen Achse und deutlichen Spaltrissen nach P wurde der Winkel zwischen diesen und der Achsenebene mit 15° bestimmt.

Vergleich mit Quarz:

Parallelstellung . . . . $\alpha' < \varepsilon$, $\gamma' > \omega$,

Kreuzstellung . . . . . $\alpha' > \omega$, $\gamma' = \varepsilon$.

Drei Schnitte $\perp M$ und P gaben folgende Auslöschung:

a	*b*	*c*
+17°	+17°	+17° 30′

Anorthitgehalt . . . . 32%.

Zwillingsbildungen nach dem Albit- und Periklingesetz sind häufig, und zwar ist hervorzuheben, daß oft die Periklinlamellen breit sind, während die Albitlamellen nur als feine Streifung erscheinen. Auch einfache Albitzwillinge kommen vor. Parallel der Zwillingsstreifung zeigt der Plagioklas Anfänge einer Umwandlung in farblose Glimmerschüppchen; oft ist der Rand getrübt.

Turmalin trifft man hie und da in graublauen, Apatit in farblosen Körnchen oder feinen Nadeln.

Ein grünliches Mineral der Epidotgruppe findet sich verwachsen mit Biotit. Ein Schnitt annähernd parallel der Querfläche gab folgende optische Orientierung: Austritt der Mittellinie γ, Lage der Achsenebene quer, β in der Längsrichtung; das Mineral besitzt übernormale Interferenzfarben und ist idioblastisch gegenüber dem Biotit.

b) Heller Schuppengneis.

Das mittelkörnige Gestein zeigt deutliche Sonderung in verschiedene parallele Lagen. Durch die Mitte verläuft auf dem Querbruche eine schmale Lage von etwas grobkörnigem Quarz. Daran schließt sich eine Lage von Plagioklas. Es folgen nun biotitreichere und -ärmere Lagen nach oben und unten, oft durch Brauneisen gefärbt.

Im Dünnschliff zeigt das Quarz-Feldspatgemenge granoblastische Struktur, die Biotitschüppchen sind parallel

angeordnet. Die wesentlichen Gemengteile sind Quarz, Plagioklas, relativ wenig Biotit, schwarzes Eisenerz und sehr wenig Muskovit. Akzessorisch findet sich Turmalin und farbloser Granat.

Der Quarz ist nicht klastischer Natur, sondern in situ entstanden; Schnüre von Flüssigkeitseinschlüssen setzen aus einem Korn ins andere fort; er besitzt häufig undulöse Auslöschung.

Der Plagioklas ist von zahlreichen Sprüngen durchsetzt und zeigt Neubildungen von farblosen, stark lichtbrechenden Glimmerschüppchen und trüben, äußerst feinblätterigen, kaolinartigen, wasserhaltigen Tonerdesilikaten, letztere als Verwitterungsprodukt. An den Rändern der Kristalle hat sich neben diesen Umwandlungsprodukten noch ein braunes Eisenerz (Limonit) angesammelt, wodurch der Vergleich mit Quarz, der nahe liegt, unmöglich wird.

Der optische Charakter ist $\pm$.

Ein Schnitt nahe $\perp M$ und P gab $+16°$.

Anorthitgehalt 31 %.

Der Biotit ist dunkelbraun, stark pleochroitisch.

$$\gamma = \beta > \alpha$$
braun hellbraun.

Man beobachtet pleochroitische Höfe um Zirkon.

Der Turmalin ist zonar gebaut, pleochroitisch:

$$\omega > \varepsilon \quad \text{und} \quad \omega > \varepsilon$$
blaugrau braun

in verschiedenen Zonen.

c) Hellgrauer Schuppengneis.

Der feinkörnige Gneis läßt unter dem Mikroskop ein granoblastisches Grundgewebe von Quarz, Plagioklas und einigen großen Tafeln von schwarzem Eisenerz erkennen. Die spärlichen Biotitschuppen besitzen besonders an Stellen, wo sie sich anhäufen, parallele Anordnung. Dazu kommt der vollständige Mangel an kataklastischen Erscheinungen. Große aus-

gezackte Muskovittafeln zeigen Neigung zu diablastischer Ausbildung.

Epidot, Chlorit, Turmalin, Granat, Zirkon treten ganz untergeordnet auf.

Der Plagioklas ist in bestimmten Lagen angereichert; in einem durch das Gestein geführten Parallelschnitt fehlte er fast ganz. Er ist blaßrötlich und meist umgewandelt in ein regelloses Aggregat von feinschuppigem Muskovit. Unversehrte Plagioklase zeigen gelegentlich Zwillingsstreifung. Ein Schnitt mit Periklinlamellen und Spaltrissen nach *M* und *P*, der gleichzeitig den senkrechten Austritt der Mittellinie α zeigte, gab $+16°$ Auslöschung.

Anorthitgehalt nach Becke 31 %, nach Fouqué $33^1/_2$ %.

Der Achsenwinkel ist nahe 90°.

Der Quarz bietet nichts Erwähnenswertes; er macht nahezu die Hälfte des Gesteins aus.

Der Biotit ist olivgrün, pleochroitisch:

$$\underset{36i}{\beta = \gamma} > \underset{36r}{\alpha}$$

nach Radde's Farbenskala. Pleochroitische Höfe um Zirkon sind häufig.

Der Epidot erscheint in stark lichtbrechenden farblosen Körnern mit übernormalen Interferenzfarben. Er ist optisch negativ. Hie und da findet sich auch die beim Granitgneis von Barra mansa beschriebene gelbe Pseudomorphose nach Orthit, die randlich von Epidot umgeben ist.

Ein grüner Chlorit mit unternormalen Interferenzfarben bildet Pseudomorphosen nach Biotit. Er hat gerade Auslöschung, negativen Charakter der Hauptzone, ist pleochroitisch:

$$\alpha > \gamma$$

grün farblos.

Pleochroitische Höfe um Zirkon.

Turmalin und ein farbloser Granat sind sehr selten.

Ersterer ist pleochroitisch:

$$\omega > \varepsilon$$

dunkelblaugrün blaßrosa.

In einer anderen Probe derselben Gesteinsvarietät fehlte Epidot, Chlorit und Granat. Sonst sind Textur, Struktur und Zusammensetzung dieselbe bis auf die blaßrötlichen Plagioklase, welche etwas weniger umgewandelt sind. Deren Ränder sind häufig getrübt. Zwillingsstreifung ist sehr selten, der optische Charakter positiv. Der Vergleich mit Quarz ergibt einen Oligoklasalbit.

Kreuzstellung $\ldots\ldots \alpha' < \varepsilon,\ \gamma' = \omega,$
Parallelstellung $\ldots\ldots \alpha' < \omega,\ \gamma' < \varepsilon,$
ferner $\ldots\ldots\ldots\ldots \alpha' < \omega,\ \gamma' = \omega.$

Obzwar eine sichere Entscheidung über die Natur dieser Gesteine ohne Untersuchung des geologischen Auftretens nicht möglich ist, sprechen doch viele Merkmale für sedimentogenen Ursprung der hier zusammengestellten Gesteinsproben. Verwandtschaft mit den »mittleren Gneisen« des niederösterreichischen Waldviertels ist unverkennbar.

16. Glimmerschiefer.

Die nun folgenden Gesteine sind mikromer, besitzen graue Farbe und einen im wesentlichen auf Glimmer und Quarz beschränkten Mineralbestand. Die Kristallisationsschieferung ist recht deutlich ausgeprägt in den parallel gelagerten Glimmertafeln, -linsen und -schüppchen. Auch die Quarzkörner sind häufig in der Schieferungsebene etwas abgeflacht, jedoch optisch nicht parallel orientiert. Die Gesteine sind sehr leicht spaltbar nach der Schieferungsebene, mit der die molekulare Spaltbarkeit der Glimmer zusammenfällt.

a) Glimmerschiefer aus dem Quellgebiet des Rio Mambú (Kerner, II, p. 1119).

Der Schiefer besitzt flaserige Textur. Flach linsenförmige Aggregate von Muskovit erscheinen auf der Oberfläche des Gesteins als knötchenförmige Erhebungen. Außerdem erkennt man mit freiem Auge große, hell aufleuchtende Muskovittafeln.

Im Dünnschliff verrät das Gestein porphyroblastische Struktur. In einem wesentlich aus Quarz und Biotit bestehenden Grundgewebe liegen große farblose Muskovittafeln und

große Linsen von blaß bräunlich gefärbten, regellos schuppigen Muskovitaggregaten, die als Pseudomorphosen nach einem tonerdehaltigen Mineral, vermutlich Disthen, anzusehen sind.

Der Biotit ist olivgrün, stark pleochroitisch:

$$\begin{matrix}\beta = \gamma > \alpha \\ 36i \quad 36r\end{matrix}$$

nach Radde's Farbenskala. Er ist manchmal in grünen, pleochroitischen Chlorit umgewandelt.

Kleine Körnchen von schwarzem Eisenerz erscheinen als Begleiter des Biotit. Äußerst selten sind Idioblasten von Turmalin, der in der Prismenzone zahlreiche Querrisse und Sprünge zeigt. Er ist in seiner Ausbildung bevorzugt gegenüber den anderen Mineralien. Pleochroismus:

$$\begin{matrix}\omega & > & \varepsilon \\ \text{dunkelgrünblau} & & \text{blaßrosa.}\end{matrix}$$

b) Glimmerschiefer vom Ribeiron do Chapeo in dem Nordabfall der mittleren Serra Paranapiacaba (Kerner, IV, p. 1127).

Auf dem Hauptbruch ist das Gestein mit feinen, farblosen Glimmerschüppchen (Sericit) bedeckt und zeigt hellen Seidenglanz.

Im Dünnschliff erkennt man folgenden Mineralbestand: Muskovit, Quarz, Eisenglanz, Turmalin.

Der Muskovit ist gefältelt, was »dadurch zu stande kommt, daß die Ebene der leichtesten Ausweichung und der parallelen Stellung der flächenhaft ausgebildeten Gemengteile rasch und wiederholt ihre Stellung ändert, wobei dann häufig zwei Stellungen regelmäßig alternieren«.[1] In abwechselnden Streifen sind die Glimmerblättchen parallel orientiert. Quarz und Eisenglanz, letzterer oft tafelförmig ausgebildet, füllen die Zwischenräume zwischen den Muskovitstreifen.

---

[1] F. Becke, I., Über Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer, Denkschriften der Wiener Akad. d. Wiss., Mathem.-naturw. Kl., *75*, 50 (1903).

Der Turmalin bildet ganz kleine, kristallographisch gut begrenzte Idioblasten in dem gröberen xenoblastischen Grundgewebe von Quarz, Muskovit und Eisenglanz. Die langprismatischen, sechsseitigen Kristalle sind quer zerbrochen und etwas pleochroitisch:

$$\omega > \varepsilon$$

hellblau fast farblos.

Akzessorisch findet sich farbloser Granat. Er ist zerquetscht und zertrümmert, selten kristallographisch begrenzt und zeigt sehr schwache anormale Doppelbrechung, welche vermutlich von dunkelbraunen Einschlüssen herrührt.

17. Feinschuppiger Phyllit vom Ribeiron do Chapeo (Kerner, IV, p. 1127).

Makroskopisch erkennt man Lagentextur, welche auf dem Querbruch in sehr schmalen, abwechselnd hellen und dunklen Streifen zum Ausdruck kommt.

Unter dem Mikroskop bemerkt man in einem aus Quarz und farblosen Glimmerschüppchen bestehenden, äußerst feinkörnigen Grundgewebe einige linsenförmige Porphyroblasten von chloritisiertem Biotit. Dieser Chlorit besitzt positiven Charakter der Hauptzone, ist schwächer doppelbrechend als Muskovit, stärker als Quarz, hellgelb und schwach pleochroitisch $\| c > \perp c$.

Ein braunes Pigment (wohl irgend eine Eisenverbindung) durchsetzt parallel der Schieferungsebene in schmalen Lagen das Gestein.

Dieses Pigment zeichnet deutlich die Fältelung, welche sich auch in der Anordnung der Glimmerschüppchen verrät.

Akzessorisch findet sich etwas Turmalin. Pleochroismus:

$$\omega > \varepsilon$$

blaugrau farblos.

18. Turmalinquarzfels von Barra Mansa südlich vom oberen Juquiafluß (Kerner, I, p. 1115).

Die beiden untersuchten Proben des schwarzen Gesteins unterscheiden sich durch die Korngröße. Die eine ist fein-

körnig, geschiefert, oberflächlich stellenweise mit Muskovitblättchen bedeckt; das andere grobkörnige Stück zeigt Paralleltextur durch große, nach der Hauptachse gestreckte und parallel gestellte Turmalinkristalle, die alle quer zerbrochen sind (beim feinkörnigen Stück nur im Dünnschliff zu beobachten). Die Streckung hat also im starren Gestein nach der Ausscheidung des Turmalin stattgefunden. Die Klüfte sind durch Quarz ausgeheilt.

Unter dem Mikroskop erscheinen Turmalin und Quarz als die wesentlichsten Bestandteile; daneben findet sich sehr feinkörniges schwarzes und braunes Eisenerz, wenige langgestreckte, oft verbogene Muskovitschuppen und akzessorisch ein Granatkorn. Durch ihre Parallelstellung lassen die Glimmerschüppchen Kristallisationsschieferung, die zerbrochenen und von zahlreichen Sprüngen und Rissen durchsetzten Turmalinkristalle Kataklase erkennen, während der undulös auslöschende Quarz als kleinkörniges granoblastisches Grundgewebe ausgebildet ist.

Der Turmalin ist idioblastisch gegenüber dem Quarz. Hemimorphe Ausbildung konnte ich an einigen Schnitten beobachten. Der Pleochroismus ist sehr deutlich $\omega > \varepsilon$. Der Turmalin ist zonar gebaut, was bereits im gewöhnlichen Licht durch drei verschiedene Farbentöne zum Ausdruck kommt. Der Kern ist hellblau, darauf folgt eine hellbraune Zone; die Hülle ist dunkelbraun.[1] Meist ist jedoch die Farbenfolge keine so regelmäßige, vielmehr finden sich helle und dunklere Partien in unregelmäßiger Verteilung oder in abwechselnden Streifen. Die dunklen Zonen sind stärker doppelbrechend als die heller gefärbten. Die Dispersion der Doppelbrechung, bestimmt mit dem Gipskeil, ergab $(\gamma—\alpha)v < (\gamma—\alpha)\rho$. Nicht selten beobachtet man pleochroitische Höfe um Zirkon.

Das in kleinen Körnchen besonders am Rande der Turmalinkristalle auftretende schwarze Eisenerz erwies sich bei der Prüfung des Gesteinspulvers mit dem Magnet als Magnetit. Das vom Magnet angezogene Pulver war sehr schwach titanhaltig.

[1] Der Kern zeigt dann häufig recht schön die Kristallform, während dieselbe bei der Hülle fehlt.

Braunes, an dünnen Stellen durchscheinendes Eisenerz setzt sich als Neubildung gelegentlich randlich an den Turmalin an.

Beim grobkörnigen Stück tritt der Magnetit sehr zurück, Limonit fehlt.

Im farblosen Granat finden sich Einschlüsse von Quarz. Ganz untergeordnet sieht man ein dunkles, stark licht- und doppelbrechendes Mineral, dessen nur angedeutete Spaltbarkeit mit den Umrissen nicht parallel geht und das mit ziemlicher Sicherheit für Titanit zu halten ist.

V. Anhang.

19. Hornfels vom Ribeira de Iguapé oberhalb Yporanga (Kerner, IV, p. 1132).

Das dunkelgraue, sehr dichte, uneben brechende Gestein zeigt im Dünnschliff eine dunkle Partie, von einer helleren durch eine Quarzader scharf abgegrenzt. Bei näherer Untersuchung ergab sich, daß beide Teile hinsichtlich des Mineralbestandes qualitativ übereinstimmen, daß jedoch die dunklen Gemengteile in der einen Hälfte stark angehäuft sind.

In einem äußerst feinen Grundgewebe von Kaliglimmerschüppchen, Magnetit und Quarz liegen zahlreiche große, abgerundete, schwarze Körper, kleinere rundliche Quarze, einige hellbraune Biotittäfelchen, Magnetitkörnchen und langgestreckte Turmalinkriställchen.

Die dunklen Pigmentanhäufungen bestehen aus einem isotropen, feinschuppigen, trübgrauen Mineral, vermengt mit zahlreichen Magnetitkörnchen und einigen Muskovitschüppchen. Die Form der Umrisse spricht für eine Pseudomorphose nach Cordierit.

Der hellbraune, häufig chloritisierte Biotit ist etwas pleochroitisch $\gamma > \alpha$ und gleicht in seinem optischen Verhalten dem Biotit aus der Kontaktzone des Diabas von Salto Grande.

An manchen Stellen zeigt er Sphärolithbildung.

Der Turmalin ist blau gefärbt, deutlich pleochroitisch $\omega < \varepsilon$

20. Hellgrauer Kieselkalk zwischen Lagoas und Capoeiras in der südwestlichen Serra Paranapiacaba (Kerner, IV, p. 1130).

Das hellgraue, zuckerkörnige Gestein läßt mit freiem Auge zahlreiche farblose Glimmerschüppchen erkennen.

Im Dünnschliff erscheint als Hauptbestandteil Calcit neben wenig Quarz und farblosem Glimmer. Derselbe ist einachsig, optisch negativ, stark doppelbrechend, gerade auslöschend und zeigt bei Vergleich mit Quarz in Parallelstellung

$$\gamma > \varepsilon,$$
$$\alpha \geqq \omega.$$

Dieses optische Verhalten spricht für Phlogopit.

Der Calcit zeigt deutliche Spaltbarkeit nach dem Rhomboeder und Zwillingslamellierung nach $-\frac{1}{2}R$, der Quarz undulöse Auslöschung.

Hie und da finden sich Überreste eines schwarzen zertrümmerten Granaten.

Die Struktur ist granoblastisch; die spärlichen Glimmerschüppchen sind parallel angeordnet und verraten Kristallisationsschieferung. Auch Kataklase, welche bis zur Mörtelstruktur geht, kann man, wenn auch nicht häufig, beobachten.

21. Grauschwarzer Kalkstein im unteren Valle Betary oberhalb Yporanga am Ribeira de Iguapé (Kerner, IV, p. 1131).

Das kompakte, dunkle, scharfkantig brechende Gestein besteht, wie die Dünnschliffuntersuchung lehrt, der Hauptsache nach aus Kalkspat, der die Spaltbarkeit nach dem Rhomboeder und öfter Zwillingsstreifung nach $01\bar{1}2$, jedoch keine kristallographische Begrenzung zeigt. Daneben findet sich reichlich ein staubfeines schwarzes Pigment, wenig Tremolit und manchmal ein farbloses Glimmerschüppchen.

Zur Identifizierung des schwarzen Pigments wurde das Gesteinspulver mit konzentrierter Salzsäure längere Zeit auf dem Wasserbade erwärmt, wobei sich ein Teil unter Aufbrausen löste. Der grauschwarze Rückstand wurde ausgewaschen und geglüht; es hinterblieb ein weißes, feinkristallines Pulver, daß sich unter dem Mikroskop als Quarz erwies. Das Pigment ist

also Kohle, welche die Quarzkörnchen vollständig imprägniert und der Beobachtung entzieht.

Der Tremolit bildet ein grobblättriges Aggregat. Die farblosen Blätter zeigen deutliche Prismenspaltbarkeit, hohe Lichtbrechung, mittlere Doppelbrechung, optisch negativen Charakter, γ in der Längsrichtung, großen Achsenwinkel, die Achsenebene parallel den Spaltrissen in einem Schnitt, wo eine optische Achse und die Mittellinie α austrat. Die Auslöschungsschiefe an einem Schnitt parallel der Achsenebene betrug $c\gamma$ 17°.

Die Struktur des Gesteins ist granoblastisch.

Bemerkungen, betreffend die kristallinen Schiefer aus Brasilien,

von

F. Becke.

Da ich Gelegenheit hatte, die von Herrn Dr. K. Schuster untersuchten Gesteine zu sehen, und die Präparate wiederholt besichtigte, darf ich vielleicht einige Bemerkungen an die von Dr. Schuster durchgeführte Untersuchung anschließen, die sich auf den Vergleich der brasilianischen Gesteine mit den mir genauer bekannten kristallinischen Schiefern beziehen. Namentlich kommen als Vergleichsobjekte die kristallinen Schiefer der Zentralalpen und des niederösterreichischen Waldviertels in Betracht.

Zunächst ist hervorzuheben der Eindruck einer großen Eintönigkeit dieser brasilianischen Gesteine. Es fehlen in dem mitgebrachten Material alle die mannigfaltigen Gesteine wie Amphibolite, Kalksilikatschiefer u. s. w., die vielen Gebieten kristallinischer Schiefer einen so großen Reiz verleihen. Es fehlen auch solche Typen, die auf einen großen Tonerdeüberschuß in der Gesteinszusammensetzung hinweisen und die sich durch reichlicheren Granatgehalt oder durch Minerale wie Cyanit, Sillimanit, Staurolith, Chloritoid u. dgl. verraten. Ein Teil der Gesteine stimmt offenbar recht genau mit der typischen Zusammensetzung granitischer Gesteine überein

(Granitgneise) und reicht von Gesteinen, in denen die Alkalifeldspate sehr stark überwiegen, bis zu etwas basischeren Typen, in denen neben Alkalifeldspat Andesin stark hervortritt.

Metamorphe Strukturen sind zwar deutlich vorhanden, Kristallisationsschieferung namentlich in der Verteilung und Ausbildung des Biotit klar ausgesprochen, doch schimmert die Erstarrungsstruktur mehr oder weniger deutlich durch. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhange die meist noch erhaltene normale Zonenstruktur der Plagioklase. In den Plagioklasen fehlen die reichlichen, gut kristallisierten Einschlüsse von Muskovit, Klinozoisit, Granat, welche viele alpine Intrusivgneise auszeichnen; es fehlen auch die Gleitflasern von feinschuppigem Serizit, der typomorphe Chlorit. Was von solchen Mineralen vorkommt, trägt meist den Charakter rezenter Neubildungen, mehr den Charakter von Verwitterungsprodukten, die auf das Gesteinsbild keinen Einfluß haben.

Bemerkenswert ist die gute Ausbildung des Mikroklin, der in ähnlicher Vollkommenheit in den Tauern-Zentralgneisen unbekannt ist und sich nur in den Granitgneisen der altkristallinen alpinen Schiefergebiete (Antholzer und Tschigatgneis, gewisse Intrusivgneise der Ötztaler Masse) in ähnlicher Weise vorfindet. Auch das Auftreten von Antiperthiten ist charakteristisch.

Weniger Ähnlichkeit ist mit dem Gföhler Granitgneis des niederösterreichischen Waldviertels zu konstatieren mit seinen Mikroperthiten und dem Mangel an Plagioklasen, doch liegt das vielleicht mehr am Unterschied der chemischen Zusammensetzung als an der petrographischen Ausprägung. Die brasilianischen Granitgneise dürften durchwegs kalkreicher, kaliärmer sein als die Intrusivgneise Niederösterreichs. Es ist hervorzuheben, daß keines der mitgebrachten Handstücke auch nur entfernt an Granulit erinnert.

Was die mitgebrachten Schiefergneise, Glimmerschiefer und Phyllite angeht, so läßt zwar der größere Reichtum an Glimmern und Eisenerzen, das Zurücktreten der Feldspate den größeren Reichtum an Tonerde und Eisenoxyden im Vergleich zu den Orthogneisen vermuten, doch scheint er nirgends so groß zu sein, daß zur Bildung der Tonerdeminerale Disthen,

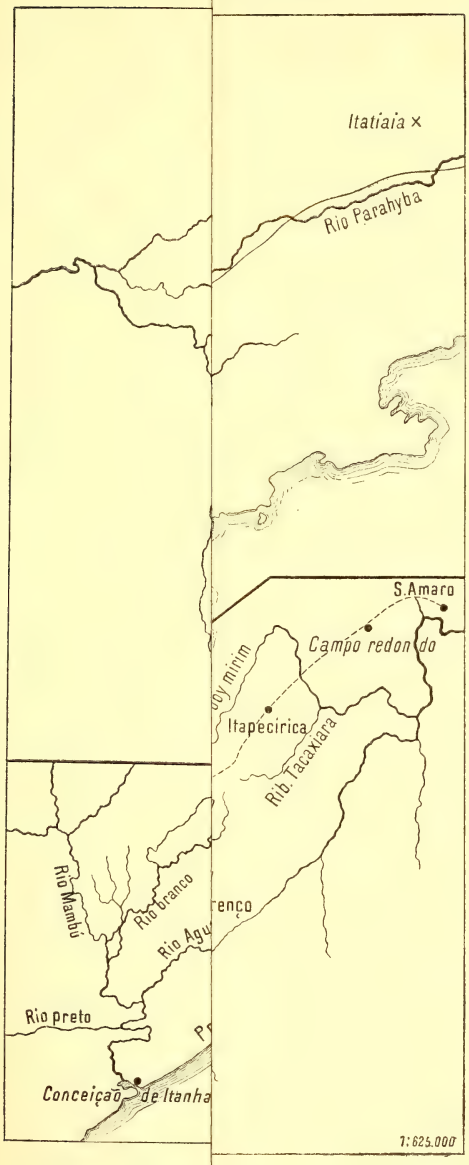
Sillimanit, oder von größeren Mengen Granat, oder von Staurolith, Chloritoid Anlaß vorhanden war. Aus dem Mineralbestand läßt sich schließen, daß der wohl vorhandene Überschuß von Tonerde und Eisenoxyden in den Glimmern und Eisenerzen Unterkunft gefunden hat. Eine Ausnahme würde nur 16 *a*, Glimmerschiefer vom Rio Mambú, bilden, wofern die Deutung der Muskovitaggregate richtig ist. Bemerkenswert ist auch hier die Seltenheit des Epidot sowie das Auftreten jenes Plagioklas, der der Gesamtzusammensetzung des Gesteins entspricht.

Im großen und ganzen scheint am meisten Ähnlichkeit vorhanden zu sein mit den altkristallinen Schiefern der Alpen südlich der Tauernkette, in der Ötztaler und Tschigatmasse, wenn man absieht von der dort doch stark hervortretenden sericitischen Schieferung, oder auch mit dem in der Arbeit über die kristallinen Schiefer des niederösterreichischen Waldviertels als »mittlerer Gneis« bezeichneten Komplex von Paragneisen, wobei nur die größere Eintönigkeit des brasilianischen Gebietes hervorzuheben ist.

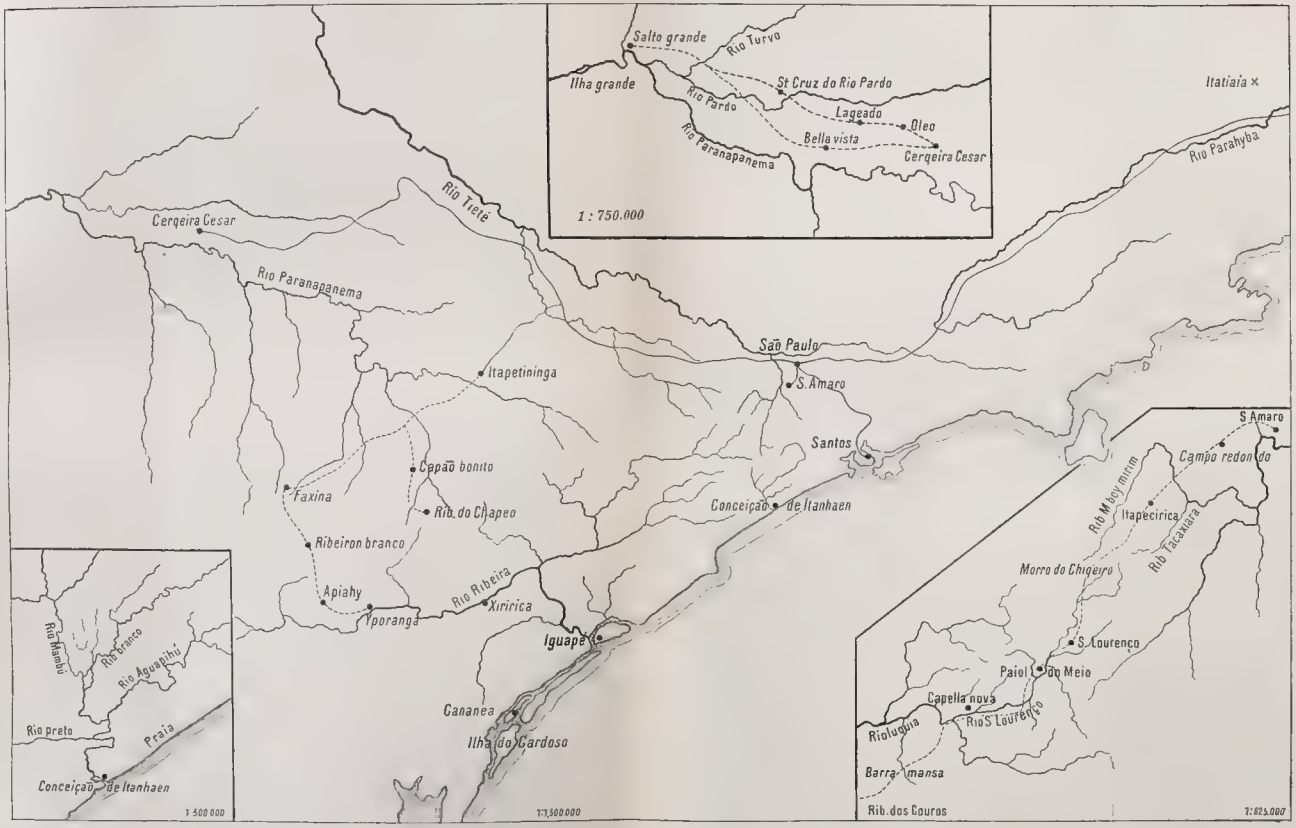
Gesteinsproben, welche auf das Vorkommen von Adergneisen und ähnlichen Mischtypen hinweisen würden, sind in dem Material nicht vorhanden. Doch ist eine starke Injektion von Pegmatiten aus dem Reiseberichte von Dr. Kerner zu ersehen, und mit solchen Vorgängen hängt ohne Zweifel der Turmalinquarzfels (Nr. 18) zusammen.

Die Gesamtheit der Erscheinungen weist auf ein ziemlich tiefes Bildungsniveau und nicht besonders energische Stresswirkungen hin.

Kartensk ührten Reisen.



Kartenskizze zur Orientierung über die von der brasilianischen Expedition 1901 der kaiserl. Akademie der Wissenschaften ausgeführten Reisen.



Beschreibung und Abbildung von Pseudemydura umbrina Siebenr. und über ihre systematische Stellung in der Familie Chelydidae

von

F. Siebenrock.

(Mit 1 Doppeltafel und 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Juli 1907.)

Diese interessante Schildkröte, welche von Australien ohne genauere Fundortsangabe stammt und im Jahre 1839 in den Besitz des Museums kam, wurde von Fitzinger als *Phrynops macquarii* bestimmt. Daß sie mit der letzteren Art nicht identisch sein könne, geht schon aus meiner vorläufigen Mitteilung (Anz. Ak. Wien, Nr. XXII, 1901) hervor.

Pseudemydura umbrina Siebenr. hat zwar einige Merkmale mit *Emydura* Bp. gemein, sie ist aber durch mehrere habituelle Eigentümlichkeiten davon so grundverschieden, daß man in ihr die Vertreterin einer selbständigen Gattung erblicken muß. Sie zeigt einerseits Anklänge an die südamerikanischen *Chelydidae*, insbesondere durch die Form des Unterkiefers, andrerseits besitzt sie wieder Merkmale, welche nur den australischen Gattungen dieser Familie eigentümlich sind. Dadurch ergibt sich die Notwendigkeit, für *Pseudemydura* Siebenr. eine besondere Untergruppe zu schaffen, welche im System zwischen den südamerikanischen und den australischen *Chelydidae* zu stehen kommt und gleichsam ein Bindeglied dieser beiden Gruppen vorstellt.

Somit lautet die Synopsis der *Chelydidae* folgendermaßen:

I. Hals länger als die Rückenwirbelsäule; Kiefer schmal.
Nase tubenförmig verlängert; Vordergliedmaßen mit fünf, Hintergliedmaßen mit vier Klauen versehen; Parieto-squamosalbogen breit; Neuralplatten anwesend
1. *Chelys.*
Nase nicht verlängert; Vorder- und Hintergliedmaßen mit vier Klauen versehen; Parieto-sqamosalbogen schlank; Nuchale hinter dem ersten Marginalpaar gelegen; Neuralplatten anwesend . . 2. *Hydromedusa.*
Nase nicht verlängert; Vorder- und Hintergliedmaßen mit vier Klauen versehen; ein Parieto-squamosalbogen fehlt; Intergulare hinter den Gularia gelegen; Neuralplatten abwesend . . . . . 3. *Chelodina.*

II. Hals kürzer als die Rückenwirbelsäule.
A. Unterkiefer an der Symphyse schmal; erstes Vertebrale größer als das zweite.
Neuralplatten anwesend; das erste Costalplattenpaar bildet in der Mitte eine Naht; Parietalia oben nicht verbreitert . . . . . 4. *Rhinemys.*
Neuralplatten anwesend; das erste Costalplattenpaar bildet in der Mitte eine Naht; Parietalia oben verbreitert; Supracaudalia länger als die anstoßenden elften Marginalia; keine große runde Schuppe am Unterschenkel innen und vorn
5. *Mesoclemmys.*
Neuralplatten anwesend; erstes Costalplattenpaar in der Mitte getrennt; Parietalia oben verbreitert; Supracaudalia kürzer als die anstoßenden elften Marginalia . . . . . 6. *Hydraspis.*
Neuralplatten abwesend; Parietalia oben verbreitert; eine große runde Schuppe am Unterschenkel innen und vorn anwesend . . . . 7. *Platemys.*
B. Unterkiefer an der Symphyse schmal; erstes Vertebrale nicht größer als das zweite; Neuralplatten abwesend; Humeralia klein, durch das Intergulare voneinander getrennt . . . . . 8. *Pseudemydura.*
C. Unterkiefer an der Symphyse mindestens ebenso breit wie der Augenhöhlendurchmesser; erstes Verte-

brale nicht größer als das zweite; Humeralia groß, sie bilden in der Mitte eine mehr weniger lange Naht. Kaufläche des Oberkiefers glatt . . . 9. *Emydura.*
Auf der Kaufläche des Oberkiefers eine mediane Längsleiste anwesend . . . . . 10. *Elseya.*

Gattung **Pseudemydura** Siebenr.

Anz. Ak. Wien, Nr. XXII, 1901, p. 1.

Neuralplatten abwesend; ein Temporalbogen fehlt; Parietosquamosalbogen sehr breit; Parietalia von ungewöhnlicher Ausdehnung, so daß sie von oben gesehen die ganze Schläfengrube bedecken. Hals kürzer als die Rückenwirbelsäule; Kiefer schmal, Unterkiefer schmäler als der Querdurchmesser der Augenhöhle; erstes Vertebrale nicht größer als das zweite; Humeralia sehr klein, sie werden vom Intergulare vollkommen getrennt. Vordergliedmaßen mit fünf, Hintergliedmaßen mit vier Klauen versehen.

Pseudemydura umbrina Siebenr.

Anz. Ak. Wien, Nr. XXII, 1901, p. 1.

Länge des Rückenschildes 106 *mm*, dessen Breite 81 *mm*, Höhe der Schale 33 *mm*, somit ist letztere mehr wie dreimal in der Länge des Rückenschildes enthalten.

Rückenschale sehr stark abgeflacht, mit einer deutlichen Vertebralfurche versehen, welche sich hauptsächlich über die drei mittleren Vertebralia erstreckt. Hinterrand nur wenig ausgedehnt, so daß seine größte Breite zwischen den achten Marginalia jene in der Mitte der Schale kaum merklich übertrifft. Vorderrand abgestutzt und ganz unbedeutend eingebuchtet, Hinterrand in der Mitte kielartig vorspringend, weil die Supracaudalia sowie die anstoßenden elften Marginalia winkelig ab- und einwärts gebogen sind. Die Supracaudalia bilden außerdem mit dem unteren Rande einen spitzwinkeligen Ausschnitt, der mit dem hinteren Plastronende, das ebenfalls winkelig ausgeschnitten ist, eine rautenförmige Öffnung zum Durchlaß des Schwanzes umschließt.

Die ungewöhnliche Form des hinteren Schalenrandes wie bei *Pseudemydura umbrina* Siebenr. wurde bisher noch bei

keiner anderen Schildkröte beobachtet; sie bildet daher eine besondere Eigentümlichkeit dieser Gattung.

Erstes Vertebrale am längsten, vorn breiter als hinten, schmäler als das zweite und dritte, ebenso breit wie das vierte und fünfte. Erstes Costale ebenso breit, die übrigen drei Costalia schmäler als die entsprechenden Vertebralia; zweites Costale am breitesten, fast doppelt so breit wie das vierte; alle Costalia am lateralen Rande breiter als am medialen und als die Seitenkanten der entsprechenden Vertebralia. Diskoidalschilder lederartig, fein gerunzelt.

Nuchale mäßig groß, trapezförmig, vorn breiter als hinten: seitliche Marginalia sehr schmal, am schmälsten das sechste, welches kaum mehr wie ein Drittel so breit als das neunte ist. Die Form der seitlichen Marginalia hängt mit der Größe, beziehungsweise Breite des zweiten Costalpaares zusammen.

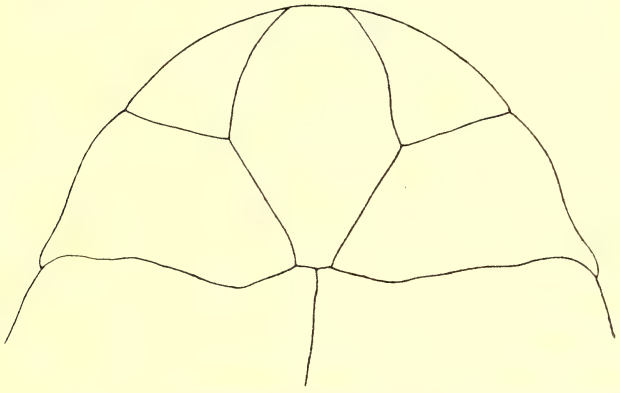
Plastron flach, nahezu ebenso groß wie die Schalenöffnung, auf der Brücke winkelig vorspringend. Vorderlappen breiter als der Hinterlappen, ersterer vorn abgestutzt, letzterer am freien Fnde winkelig ausgeschnitten. Die beiden Ecken des Ausschnittes sind aufwärts gebogen, sie stoßen an den Hinterrand der Schale und bilden damit die rautenförmige Öffnung, welche früher erwähnt wurde. Breite der Brücke in der Länge des Plastrons dreimal enthalten, erstere gleicht der halben Breite des Vorderlappens. Intergulare groß, herzförmig, nicht viel länger als breit; vorderer, freier Rand geradlinig und schwach gezähnelt; das hintere spitze Ende ist zwischen den Pectoralia eingekeilt, so daß dieselben im vorderen Drittel getrennt werden. Gularia sehr klein, ein gleichschenkeliges Dreieck bildend; ihre mediale Kante beträgt kaum ein Drittel des Seitenrandes vom Intergulare. Humeralia klein, sie werden durch das große Intergulare weit voneinander getrennt. Ihre Form und Größe zeigt viele Ähnlichkeit mit denen der Gattung *Chelodina*[1] Fitz.

---

[1] In meiner Abhandlung »Die Schildkrötenfamilie *Cinosternidae* m.«, diese Sitzungsberichte, Bd. CXVI (1907), p. 16, steht aus Versehen: »Der einzige, bis jetzt bekannte Fall (nämlich einer Rückbildung der Humeralia) bezieht sich auf *Pseudemydura umbrina* Siebenr.« Es soll vielmehr heißen: »Die wenigen, bis jetzt bekannten Fälle beziehen sich auf die Gattung *Chelodina* Fitz. und *Pseudemydura umbrina* Siebenr.«

Die eigentümliche Form des Intergulare und der Humeralia sowie das Verhältnis dieser Schilder zueinander bildet einen so auffallenden Unterschied zwischen *Pseudemydura* Siebenr. und *Emydura* Bp., daß dieser allein genügen würde, eine Trennung in zwei selbständige Gattungen durchzuführen.

Auch bei *Emydura* Bp. kann die Größe des Intergulare sehr variabel sein, wie ich mich an einer Serie von Exemplaren zu überzeugen Gelegenheit hatte, welche zu *E. subglobosa* Krefft gehören und von Dr. R. Pöch in Port Moresby, Neu-



Emydura subglobosa Krefft.
Vorderlappen des Plastrons.

guinea, gesammelt wurden. Unter diesen ist das Intergulare bei sechs Exemplaren normal entwickelt, abgesehen von kleinen Variationen in der Breite, und die Humeralia bilden eine mehr weniger lange Naht. Jedoch bei einem Exemplar reicht das Intergulare so weit nach hinten, daß sich die Humeralia bloß mit den inneren Spitzen berühren und bei einem zweiten sind die genannten Schilder getrennt, so daß das Intergulare mit den Pectoralia in Berührung tritt, aber nicht dazwischen eindringt. In beiden Fällen ist auf den ersten Blick zu erkennen, daß es sich hier um Anomalien und nicht etwa um ein konstantes Merkmal handelt, wie die beigegebene Figur bezeugt.

Anale Mittelnaht bei *Pseudemydura* Siebenr. länger als die pektorale und bedeutend länger als die femorale. Bei *Emydura* Bp. ist das Umgekehrte der Fall. Intergulare länger als die pektorale Mittelnaht; bei *Emydura* Bp. ist dasselbe immer ansehnlich kürzer als die letztere.

Kopf breit und flach, die Oberfläche fein gerunzelt; Parietalia stark ausgedehnt, sie nehmen die ganze Breite des Schädels ein; Hinterrand desselben nicht spitz vorspringend, sondern etwas eingebuchtet. Schnauze kurz, Interorbitalraum breit und konkav, seine Breite übertrifft den Querdurchmesser der Augenhöhle. Beide Kiefer schmal; die Breite des Unterkiefers beträgt an der Symphyse nicht ganz zwei Drittel des Querdurchmessers der Augenhöhle. Auch hierin unterscheidet sich *Pseudemydura* Siebenr. von *Emydura* Bp., wo die Unterkiefersymphyse und der Querdurchmesser der Augenhöhle mindestens die gleichen Dimensionen haben. Zwei kleine Kinnbarteln anwesend, welche ziemlich weit voneinander abstehen. Rücken des Halses mit zahlreichen, großen, aufrichtbaren, konischen Tuberkeln wie bei *Emydura latisternum* Gray besetzt. Gliedmaßen mit ziemlich großen, flachen Schuppen bedeckt; Querlamellen, wie sie bei der Gattung *Emydura* Bp. an der Vorderfläche des Unterarmes vorkommen, fehlen hier gänzlich. Schwimmhäute gut entwickelt, bis zu den Klauen ausgedehnt. Fünfte Zehe an den Hinterfüßen klauenlos. Schwanz kurz, er reicht kaum bis zum Hinterrand der Schale.

Rückenschale und Oberfläche des Kopfes umbrabraun, Plastron schmutzig gelblichgrün; alle Nähte der Schale braun gefärbt. Gliedmaßen und Halsrücken dunkelbraun, die Kiefer hornfarben.

Das flache Plastron und die auffallende Kürze des Schwanzes lassen darauf schließen, daß das Exemplar ein Weibchen sein dürfte. Ob auf der Kaufläche des Oberkiefers eine mediane Längsleiste anwesend sei, konnte nicht entschieden werden, weil der Mund geschlossen ist, und ein Öffnen desselben bei dem nicht besonders glänzenden Erhaltungszustand des trocken konservierten Tieres mir kaum ratsam schien. Da weder an der Rückenschale noch auf dem

Plastron Fontanellen sichtbar sind, ist das Tier ganz oder nahezu erwachsen.

Erklärung der Abbildungen.

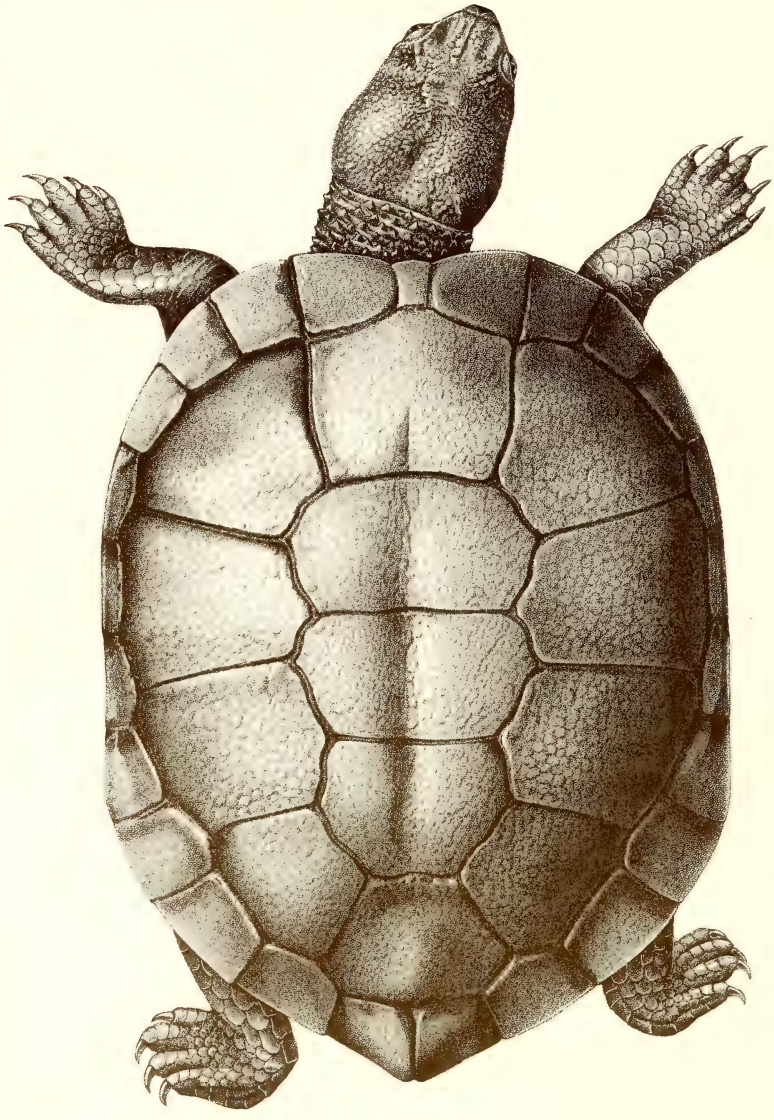
Tafel I.

Fig. 1. *Pseudemydura umbrina* Siebenr.; von oben.

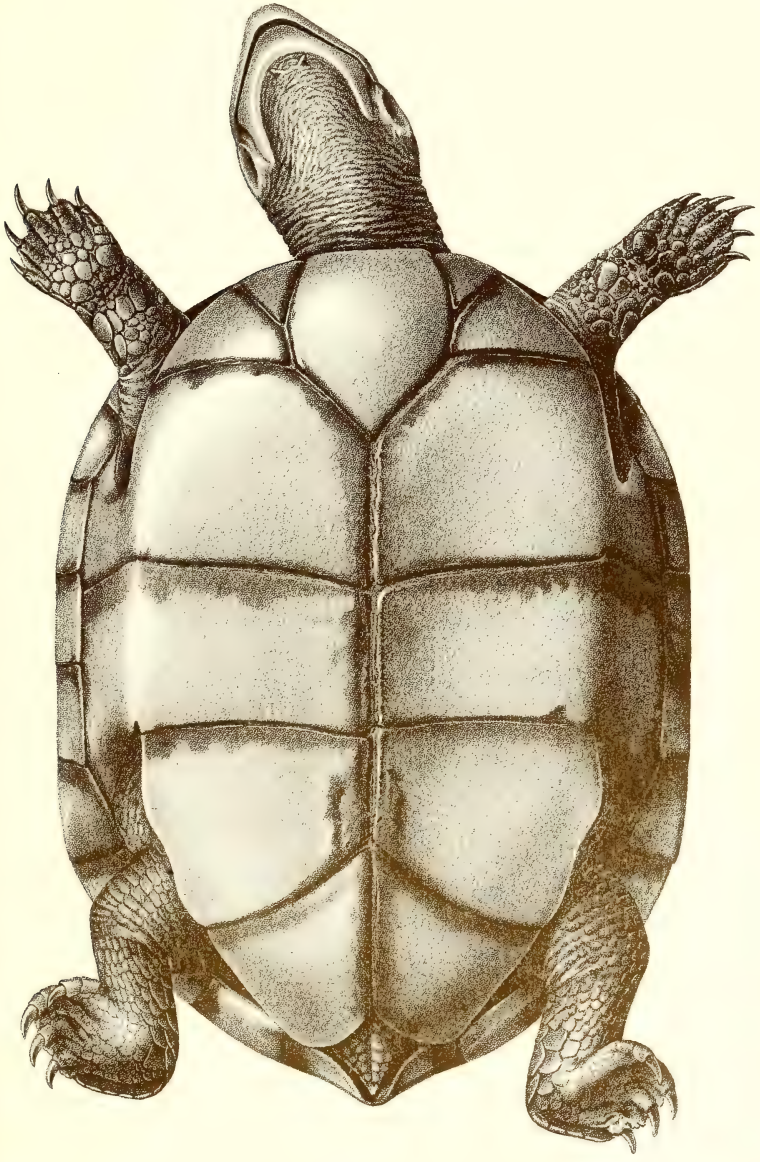
Tafel II.

Fig. 2. *Pseudemydura umbrina* Siebenr.; von unten.

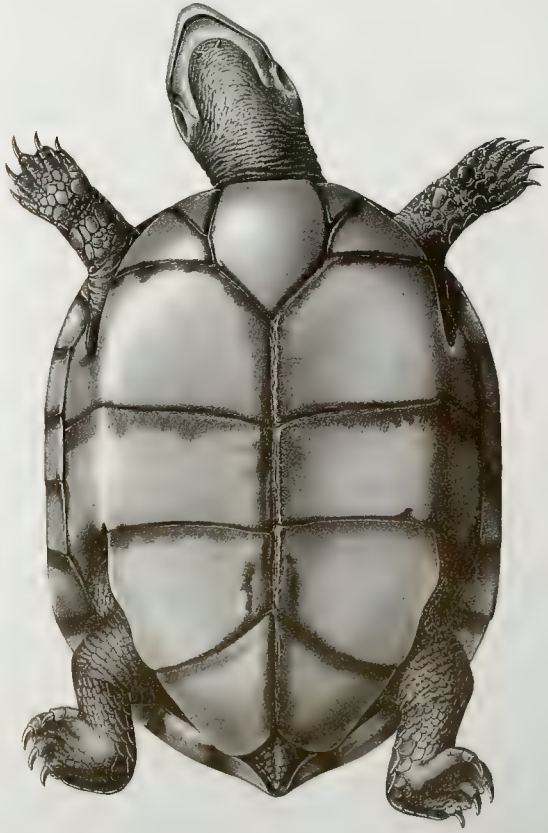
Die Figuren sind Originalzeichnungen in natürlicher Größe.



Jos. Fleischmann n. d. Natur gez.



Druck aus der k. k. Hof- u. Staatsdru



Jos. Fleischmann n. d. Natur gez.

Untersuchungen am Apophyllit und den Mineralen der Glimmerzeolithgruppe

von

F. Cornu und **A. Himmelbauer.**

(Mit 2 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Juli 1907.)

I. Untersuchungen am Gyrolith

von **F. Cornu.**

Diese Arbeit wurde mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen zu Prag ausgeführt, wofür ich hier meinen ehrerbietigsten Dank ausspreche.

Literatur.

1. C. L. Giesecke, Verzeichnis einer geographischen Sammlung grönländischer Minerale vom 68. bis 76. Grad nördlicher Breite. Godhavn auf Diskoeiland in den Jahren 1807 bis 1813 (Manuskript im steierischen Landesmuseum Joanneum in Graz).
2. Derselbe, A descriptive catalogue of a collection of minerals in the Museum of the Royal Dublin Society, 1832, p. 54 und 55.
3. Th. Anderson (Beschreibung und Analyse des Gurolits, einer neuen Mineralgattung), Philos. Mag., 1 (1851), p. 111. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc., 1852, p. 210.
4. W. Phillips, H. J. Brooke und W. H. Miller, Introduction to mineralogy, 1852, p. 436.
5. L. Saemann, Sillim. Am. Journ. of sc., 19 (1855), p. 361.
6. Greg und Lettsom, Mineralogy of Great Britain and Ireland, 1858, p. 217.
7. O. How, Edinburgh N. Phil. Journ., 14 (1861), p. 117; derselbe, Philos. Mag., XXII (1861), p. 326.
8. A. Kenngott, Übers. der Res. min. Forschungen, 1861, p. 55.
9. A. des Cloizeaux, Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux. Paris 1867, p. 13.
10. Derselbe, Manuel de Minéralogie, II, XXI (1874).
11. F. Johnstrup, Gieseckes mineralogiske Rejse i Gronland, p. 245, 255 und 329. Kopenhagen 1878.

12. A. Lacroix, Études critiques de minéralogie. VII. Thomsonite lammellaire (Gyrolite pars). Bull. soc. min. Paris, 10 (1887), p. 148.
13. M. F. Heddle (Die Mineralien der Treshinish-Inseln), Min. Mag. and Journ. of the Min. Soc., No 38, March 1889, 8, p. 130.
14. Derselbe (Über das Vorkommen von Gyrolith in Indien), ebenda, p. 199.
15. Derselbe (Über die Kristallform des Gyroliths), ebenda, No 40, p. 272.
16. Clarke (Über den Gyrolith von New Almaden), Am. Journ. of Sc., 38 (1889), p. 128.
17. Groth, Tabellarische Übersicht der Min., 1889, p. 144.
18. M. F. Heddle (Über die optischen Eigenschaften des Gyroliths), Min. Mag. and Journ. of the Min. Soc., 1891, p. 391.
19. Dana, Syst. of Mineralogy, 1892, p. 566.
20. Haushofer, Leitfaden für die Mineralbestimmung, 1892, p. 205.
21. C. Klein, Mineralogische Mitteilungen. XIII. 33. Über das Kristallsystem des Apophyllits und den Einfluß des Druckes und der Wärme auf seine optischen Eigenschaften. N. J. f. Min. etc., 2 (1892), p. 220.
22. Clarke, U. S. Surv., No 125 (101), p. 81 (1895).
23. Hintze, Handbuch der Mineralogie; 2. Bd. (1897), p. 1745 und 1746.
24. M. F. Heddle, The mineralogy of Scotland, 1901, vol. II, p. 98.
25. Naumann-Zirkel, Lehrbuch der Mineralogie, 1901, p. 742.
26. G. Tschermak, Eine Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung und Kristallform. Tscherm. Min.-petr. Mitt., XXII (1903), p. 393 bis 402.
27. Klockmann, Lehrbuch der Mineralogie, 1903, p. 521.
28. M. Bauer, Lehrbuch der Mineralogie, 1904, p. 777.
29. O. B. Bøggild, Mineralogia Groenlandica. Meddelelser om Grønland. To op tredivte Hefte. Kopenhagen 1905, p. 549 und 558.
30. J. Currie, Note on some new localities for Gyrolite and Tobermorite. Min. Mag. and Journ. of the Min. Soc., vol. XIV, No 64, p. 93 (1905).
31. W. T. Schaller, Mineralogical Notes. Contrib. to Mineralogy from U. S. Survey. Bull. U. S. Surv., No 262 (1905), p. 124 bis 126.
32. G. Tschermak, Lehrbuch der Mineralogie, 1905, p. 572.
33. E. Hussak, Über Gyrolith und andere Zeolithe aus dem Diabas von Mogy-Guassù, Staat Saõ Paulo, Brasilien. Zentralbl. f. Min. etc., 1906, Nr. 11, p. 330.
34. F. Cornu, Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen an den Mineralen der Apophyllitgruppe (Apophyllit, Gyrolith, Okenit). Zentralbl. f. Min. etc., 1906, Nr. 3, p. 79 und 80.
35. Derselbe, Zur Unterscheidung der Minerale der Glimmerzeolithgruppe. Tscherm. Min.-petr. Mitt., XXV, p. 513 bis 521.

Das im Jahre 1851 von Thomas Anderson unter dem Namen »Gurolit« aufgestellte Mineral (3) ist, trotzdem sich eine größere Reihe von Autoren seither damit beschäftigt haben, bis auf die jüngste Zeit nur in ganz ungenügender Weise bekannt gewesen eine Tatsache, die sich in den widersprechenden

Angaben der Handbücher der Mineralogie, von denen einige dem Mineral sogar die Selbständigkeit absprechen oder es wenigstens für problematisch erklären, widerspiegelt. Man begnügte sich in der folgenden Zeit meist damit, neue Fundorte aufzuführen, ohne eine genügende Charakteristik der Substanz zu liefern.

Die von mir aufgefundenen Beziehungen des Gyroliths zum Zeophyllit (34, 35) machten eine eingehendere Prüfung der bisher als Gyrolith aufgeführten Vorkommen wünschenswert,[1] die das Vorhandensein zweier weiterer mit dem Gyrolith verwandter Minerale zu Tage förderte, von denen jedoch nur das eine — der Reyerit von Niakornak — bisher näher untersucht werden konnte. Zunächst möge hier eine kurze historische Einleitung Platz finden.

Lange vor Anderson erwähnt der verdienstvolle Grönlandforscher Giesecke in einigen seiner Arbeiten (1, 2, 11) unter dem Namen Glimmerzeolith den Gyrolith und seine Verwandten. Obwohl dieser scharfe Beobachter seinen Glimmerzeolith an einigen Stellen seiner Reisebeschreibung mit dem Apophyllit verwechselt, geht doch aus anderen Beschreibungen, in denen unter anderem als Kristallform »die sechsseitige Tafel« erwähnt wird, mit Sicherheit hervor, daß Giesecke ein gyrolithähnliches Mineral vorgelegen hat (11, p. 245). Inwieweit sich unter den einzelnen Vorkommen Gyrolith selbst oder Reyerit befand, läßt sich auf Grund der Angaben nicht entscheiden.

Die den Fundort Niakornak betreffende Mitteilung (11, p. 245) bezieht sich wohl sicher auf das letztere Mineral. Vielleicht bietet meine Arbeit den Anlaß, die an vielen Orten (Göttingen, Kopenhagen, Dublin) zerstreuten Originale Giesecke's auf das Vorhandensein von »Glimmerzeolithen« näher zu prüfen, wie dies von meiner Seite bezüglich der Wiener und Grazer Originale geschehen ist.

---

[1] Ich hatte ursprünglich die Absicht, eine möglichst vollständige Monographie des interessanten Mineralkörpers Gyrolith zu entwerfen. Da es mir jedoch nicht gelang, alle bisher bekannten Vorkommen zu erhalten, muß ich mich mit der Mitteilung dieser monographischen Skizze begnügen. Kommt weiteres Material in meine Hände, so soll darüber in einem Nachtrage berichtet werden.

Beinahe ein halbes Jahrhundert nach Giesecke's Reise entdeckte Anderson (3) in Mandelräumen eines basaltischen Gesteins von Storr, 9 Meilen von Portree auf der Insel Skye gelegen, ein in Gesellschaft von Apophyllit, Stilbit und Laumontit auftretendes, kugelige Blättchenaggregate bildendes Zeolithmineral, das er auf Grund seiner Untersuchung als neu erkannte und mit dem Namen Gurolith (γυρος = der Kreis) belegte. Auf Grund seiner Analyse schrieb er dem neuen Mineralkörper die Formel $2(CaO, SiO_3)+3H_2O$ zu. Der heute gebräuchliche Name Gyrolith wird zuerst in dem Handbuch der Mineralogie von Phillips im Jahre 1852 gebraucht (4).

Der nächste Autor, der sich mit dem Gyrolith beschäftigte, war L. Saemann (5). Auf Grund der Beobachtung einer Durchwachsung mit einem zweiten blätterigen Mineral, das Saemann mit dem Pektolith identifizieren will, wird geschlossen, daß der Pektolith, wenn er sein Alkali verliert, blätterig und zu Gyrolith wird (sic!), daß er dagegen, wenn er CaO verliert, zu Okenit wird.

Kenngott bemerkt in seinem Referat[1] über Saemann's oberflächliche Arbeit treffend: »Diese Vermutung muß durch weitere Untersuchung bestätigt werden, um die Selbständigkeit des Gyroliths aufzuheben.«

Wie wir sehen werden, hat die Publikation L. Saemann's im Vereine mit der von O. How (7) die später verbreiteten irrtümlichen Ansichten über die Natur des Gyroliths zum großen Teil verschuldet.

Im Jahre 1858 erwähnen Greg und Lettsom in ihrer topographischen Mineralogie des britischen Inselreiches (6) als neue Fundorte von Gyrolith Quirang und Lyndale, ferner Loch Screden auf der Hebrideninsel Mull und machen auf Grund einer Mitteilung von M. F. Heddle auf das Vorkommen des Minerals auf den Faröerinseln aufmerksam. Auch werden hier die Lokalitäten Niakornak und Karartut in Grönland zum ersten Male mit dem Gyrolith in Verbindung gebracht.

Im Jahre 1861 analysierte O. How (7) den Gyrolith von Anapolis Co., Nova Scotia, 25 Meilen südwestlich vom Kap

[1] Übers. der Res. min. Forsch., 1855, p. 49.

Blomidon zwischen Margaretville und Port George, mit dem gleichen Resultate, das Anderson erhalten hatte; zugleich wurde die Abwesenheit von Fluor dargetan.

Da How beobachtete, daß sich der Gyrolith sowohl in Höhlungen des begleitenden Apophyllits als auch ihm aufgewachsen vorfand — also ein Sukzessionsverhältnis mit rekurrenter Bildung — schloß er zu Unrecht, daß der Gyrolith aus dem Apophyllit entstanden sei.

Diese schon von Kenngott (8) bekämpfte kuriose Ansicht How's tritt in der Form, Gyrolith sei ein zersetzter Apophyllit, von da ab in den Handbüchern auf und fristet bis heute, wie wir sehen werden, ihr Dasein.

Kenngott betrachtet übrigens auf Grund von How's Analyse die Species Gyrolith als solche sichergestellt.

Im Jahre 1867 macht des Cloizeaux (9) einige Angaben über das optische Verhalten des Gyroliths von Skye und von Niakornak in Grönland, die er beide ziemlich stark doppelbrechend einachsig und von negativem Charakter der Doppelbrechung befindet.

Die das Vorkommen von Niakornak betreffenden Angaben beziehen sich wohl sicher auf den bereits erwähnten Reyerit. Des Cloizeaux hält den Gyrolith (auf Grund der geringen Al_2O_3-Werte der bis dahin bekannten zwei Analysen?) für eine Al_2O_3 haltige Varietät des Apophyllits.

In seinem im Jahre 1874 erschienenen Handbuch der Mineralogie wiederholt der Autor seine Angaben über das optische Verhalten des Minerals (10).

Im Jahre 1887 erkannte A. Lacroix (12) auf Grund chemischer und optischer Untersuchung ein in Sammlungen unter dem Namen »Gyrolith« verbreitetes Zeolithvorkommen aus Stirlingshire als Thomsonit.

Zwei Jahre später publizierte M. F. Heddle (13) einige neue Fundorte auf den Treshinish-Inseln, nämlich Lunga, Sgeir a Chaisteal, Fladda, Cairn a Burgh More und Cairn a Burgh Beg, ohne jedoch diese Vorkommen näher zu untersuchen; er erwähnt weiterhin (14) zum ersten Male Poonah in Indien als Fundort großblätterigen Gyroliths, ferner charakterisiert er (15) ein Vorkommen von Treshinish-Islands durch Messung eines

Winkels zu 51° 15′ und 51° 5′,[1] behauptet, daß die Kristalle denen des Heulandits in ihren Formen nahe kämen, bisweilen jedoch hexagonale (!) Form besäßen.[2]

Diese Mitteilung Heddle's hat später Schaller (31) veranlaßt, den Gyrolith wirklich als ein dem Heulandit verwandtes Mineral zu betrachten.

Noch im gleichen Jahre beschreibt W. Clarke (16) ein neues Vorkommen von Gyrolith aus den Quecksilbergruben von New Almaden in Californien »als faserige Schichte auf Apophyllit«. Auf Grund seiner Analyse gibt später Clarke (22) dem Gyrolith die Formel $Ca_4(Si_2O_7)_3H_{10}$.

In der tabellarischen Übersicht der Minerale von Groth (17) wird der Gyrolith als ein zersetzter Apophyllit angesprochen.

Im Jahre 1891 untersuchte M. F. Heddle (18) das Vorkommen von den Treshinish-Inseln in optischer Hinsicht; er konstatierte Einachsigkeit oder Zweiachsigkeit bei sehr kleinem Winkel der optischen Achsen ($2E = 2$ bis 3°) und bestätigte die Angabe des Cloizeaux' (9) bezüglich des Charakters der Doppelbrechung.

Dana (19) hält in seinem systematischen Handbuch den Gyrolith als Spezies aufrecht. Haushofer (20) gibt in seinem Leitfaden der Mineralbestimmung an, Gyrolith (Gurolith) sei ein kugelig radialblätteriger Apophyllit, mitunter etwas zersetzt. Klein (21) führt im gleichen Jahre (1892) in seiner Arbeit über die optischen Eigenschaften des Apophyllits einen Chromocyklit von Storr unter dem Namen »Gyrolith« auf. Auf der von Klein untersuchten Stufe, die mir im Original vorlag, befand sich — den Chromocyklit unterlagernd — tatsächlich Gyrolith.

Das im Jahre 1897 erschienene Handbuch der Mineralogie von Hintze (23) führt den Gyrolith wieder als selbständige Gattung auf und gibt die bis dahin bekannten Beobachtungen über das Mineral wieder.

---

[1] Welchen Winkel Heddle gemessen hat, ist nicht ganz klar, vielleicht den eines Rhomboeders (?).

[2] Eine äußere Ähnlichkeit zwischen Gyrolith und Heulandit könnte höchstens in der beiden Mineralen eigentümlichen, höchst vollkommenen Spaltbarkeit und dem Perlmutterglanz gefunden werden.

Im Jahre 1901 nennt Heddle in seiner Mineralogie von Schottland (24) als neuen Fundort die Hebrideninsel Muck und identifiziert Giesecke's »Glimmerzeolith« von Niakornak (Reyerit?) mit dem Gyrolith. Zirkel nennt in der 14. Auflage des Naumann'schen Lehrbuches (25) den Gyrolith dem Apophyllit »sehr nahe verwandt«, während Klockmann (27) und Bauer (28) ihn geradezu als zersetzten Apophyllit ansprechen.

G. Tschermak (26) erwähnt 1903 den »Gurolith«[1] in seiner Arbeit über eine Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung und Kristallform gelegentlich der Diskutierung seiner Apophyllitformel, die in vier Moleküle Gyrolith und ein Molekül $Si_3O_{11}K_2H_8$ gegliedert werden kann.

O. B. Bøggild betrachtet in seiner Mineralogia Groenlandica (29) das Vorkommen des Gyroliths in Grönland — wie wir sehen werden — mit Unrecht als zweifelhaft.[2]

Im selben Jahre — 1905 — berichtet J. Currie (30) über eine Anzahl neuer Fundorte auf den westlichen Inseln von Schottland und vom gegenüberliegenden Festlande, wo das Vorkommen des Minerals bisher nicht festgestellt worden war, außerdem nennt er einige Lokalitäten auf den Faröerinseln als Fundorte; schließlich wird das Vorkommen in Grönland besprochen.

Wie sämtliche früheren Arbeiten enthält auch diese Publikation keine Angaben über Konstanten, ja nicht einmal eine nähere Charakteristik des Minerals wird gegeben.

Schaller (31) gibt als Gyrolithfundort Gänge im Basalt von Fort Point, Californien, an. Der tafelig oder in federartigen Aggregaten auftretende Gyrolith ist zweiachsig. Die Analyse ergibt nach Schaller die Formel Clarke's (16).

Tschermak (32) gibt in seinem Lehrbuch an, der Gyrolith (Gurolith) gehöre wahrscheinlich zum Apophyllit.

---

[1] Dem Namen Gurolith gebührt eigentlich von Rechts wegen die Priorität; ich habe hier die Miller'sche Benennung als die mehr euphonische akzeptiert.

[2] Herr Bøggild war so liebenswürdig, mir brieflich mitzuteilen, daß seine in neuester Zeit angestellten Beobachtungen an grönländischen Gyrolithen im wesentlichen mit meinen übereinstimmen.

Hussak (33)[1] teilt als neuen Fundort einen Steinbruch im Diabas in der Nähe von Mogy Guassù, Staat São Paulo, Brasilien, mit. Der Gyrolith sei jünger als Laumontit, andrerseits sei er von jüngerem Apophyllit bedeckt, eine Tatsache, die die Entstehung aus dem Apophyllit unmöglich mache. Eine Analyse ergibt ungefähre Übereinstimmung mit dem Gyrolith von Skye.

Ich selbst habe in meiner ersten Mitteilung (34) auf eine Isomorphie im weiteren Sinne zwischen Gyrolith und Zeophyllit hingewiesen. Irrtümlicherweise habe ich dort die böhmischen Gyrolithe als Zeophyllite angesprochen. Später (35) gab ich eine Definition des Begriffes Glimmerzeolithgruppe und eine kurze Übersicht der bis dahin untersuchten, in die Gruppe gehörenden Minerale, des Gyroliths, Zeophyllits, Reyerits und eines unbenannten Minerals vom Katzenbuckel.

Beschreibung der einzelnen Vorkommen.

I. Böhmisches Mittelgebirge.

Literatur: F. Cornu, Vorl. Mitt. über Unters. an den Min. der Apophyllitgruppe. Zentralbl. f. Min. etc., 1906, p. 79 und 80. — Zur Unterscheidung der Minerale der Glimmerzeolithgruppe. Min.-petr. Mitt., Bd. XXV (1907), p. 489 bis 510.

Aus dem böhmischen Eruptivgebiet liegen Stufen mit folgenden Fundortsangaben vor: Mückenhanberg bei Böhmisch-Leipa, Scharfenstein bei Bensen und Kreibitz bei Rumburg. Ich halte wegen der außerordentlichen Ähnlichkeit der Stufen in paragenetischer Hinsicht es für wahrscheinlich, daß sämtliche Stücke von Böhmisch-Leipa herstammen, wo ich im Vereine mit Herrn Prof. Dr. V. Graber, dem ich auch an dieser Stelle für seine aufopfernde Unterstützung meinen innigsten Dank ausspreche, das Vorkommen des Minerals an Ort und Stelle konstatieren konnte.

Mückenhanberg.

An dieser durch schöne Zeolithvorkommen schon lange bekannten Lokalität entdeckte der Verfasser ein Vorkommen

---

[1] Bezüglich der von Schaller und Hussak beschriebenen Gyrolithe vergl. auch p. 1228 und 1233.

des seltenen Minerals, das erste in tertiären Eruptivgesteinen am europäischen Festlande. Die betreffenden Stufen zeigen nachstehende Mineralgesellschaft:

1. Analcim in kleinen Kristallen (211) als älteste Bildung neben Gyrolith;

2. Natrolith in Büscheln langer dünner Nadeln;

3. Apophyllit in prismatisch tafeligen, wasserhellen Kristallen, begrenzt von den Flächen $e = (001)$, $a = (100)$, $p = (111)$, $y = (130)$.

Die Kristalle zeigen im parallelen polarisierten Lichte Felderteilung und Schichtenbau nach dem Prisma; im konvergenten Lichte erweist sich das Zentrum als Chromocyklit mit gelbem Grundton des Achsenbildfeldes, die folgenden Schichten als immer extremere Chromocyklite bis zum optisch negativen Apophyllit mit blauem Grundton des Achsenbildfeldes reichend, der die äußerste Schicht bildet.

In den meisten Fällen war starke Zweiachsigkeit vorhanden, die in den optisch positiven Schichten mit einer starken Achsendispersion $v < \rho$ sich verbunden zeigte.[1]

Der Gyrolith selbst bildet milchweiße Sphäroidaggregate von bisweilen deutlich sechsseitigen Blättchen von zirka 1 *mm* Durchmesser.

Das spezifische Gewicht derselben wurde mit 2·397 ermittelt.

Bei der konoskopischen Prüfung verhalten sie sich einachsig oder zweiachsig mit sehr kleinem Achsenwinkel; der optische Charakter ist stets negativ.

Im parallelen polarisierten Lichte verhalten sich die zweiachsigen Blättchen deutlich doppelbrechend und lassen eine Felderteilung in sechs gleichseitige Dreiecke erkennen, in denen die Schwingungsrichtung γ' mit den Höhenlinien ungefähr zusammenfällt (Fig. 1).

---

[1] Auf einer mir freundlichst von Herrn Prof. Dr. A. Pelikan in Prag zur Verfügung gestellten Stufe befinden sich außer zahlreichen, bis 3 *mm* Durchmesser zeigenden Gyrolithsphäroiden, die oberflächlich in $CaCO_3$ umgewandelt sind, trübe Rhomboeder von Chabasit. Die Sukzession ist: 1. Gyrolith, 2. Chabasit. V. v. Zepharovich erwähnt dieses Vorkommen als Komptonit vom Neubauer Berg bei Böhmisch-Leipa (Min. Lex., I, 118).

Der Brechungsquotient ω wurde mit 1·542 gefunden.

Eine Analyse der Blättchen, zu der bloß 0·2847 *g* Substanz zur Verfügung stand, ergab mit zweifelloser Sicherheit die Zusammensetzung des Gyroliths, nämlich:

SiO_2	52·05
$Al_2O_3+Fe_2O_3$	0·80
CaO	32·35
H_2O	13·06
H_2O+Na_2O	nicht bestimmt
	98·26

Belegzahlen: Einwage 0·2847 *g*, $SiO_2 = 0·1482$, $Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 0·0023$, $CaO = 0·0921$, $H_2O = 0·0372$.

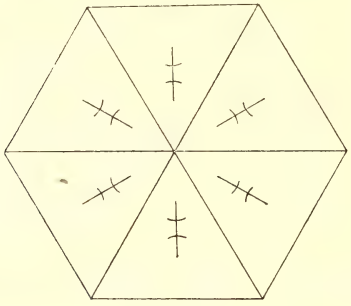


Fig. 1.

Scharfenstein bei Bensen.

Eine mit dieser Fundortsangabe versehene, als vermeintlicher »Zeophyllit« mir von Herrn Dr. Köchlin zur Untersuchung gütigst überlassene Stufe besitzt ein gewisses historisches Interesse, da sie die erste Veranlassung zur Entdeckung des böhmischen Gyroliths und hiedurch auch zu dieser Arbeit wurde.

Ein ähnliches Exemplar, an dem sich Gyrolithsphäroide von bis 5 *mm* Durchmesser befinden, mit der Fundortsangabe Leipa, erhielt ich durch die Güte des Herrn Dr. V. Graber.

Die Untersuchung wurde an dem ersterwähnten Exemplar vorgenommen.

Auf einem grauschwarzen dichten Gestein von basaltischem Aussehen sind in größerer Anzahl tafelige Apophyllitkristalle und perlmutterglänzende blätterige Partien des gleichen Minerals aufgewachsen, welche von den kleinen Sphäroiden des Gyroliths begleitet werden. Die Unterlage für den Apophyllit bilden teils Analcimkristalle, teils der Gyrolith. Auf dem Apophyllit selbst sitzen an einer Stelle sehr kleine Calcitkriställchen. Von sämtlichen Mineralen, die auf der Stufe vertreten sind, findet sich der Gyrolith am spärlichsten vor. Er bildet auch hier halbkugelige Aggregate von Blättchen, die durch Perlmutterglanz ausgezeichnet sind und höchstens einen Durchmesser von 2 *mm* erlangen.

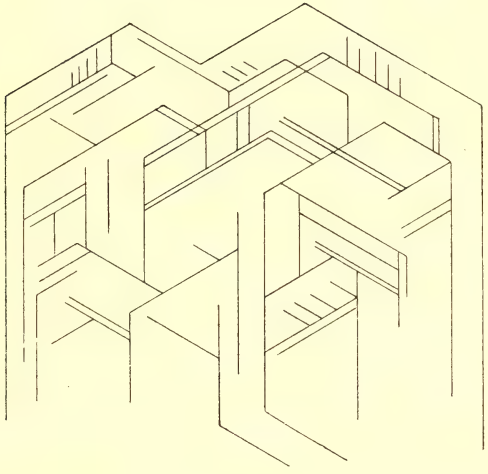


Fig. 2.

Die einzelnen Blättchen, welche schon unter der Lupe eine kristallographische Begrenzung erkennen lassen, sind zu sattelförmigen, einander durchkreuzenden Zügen paralleler Individuen angeordnet, die ihre Kanten nach außen wenden.

Bringt man ein Fragment eines Sphäroids unter das Mikroskop, so bemerkt man die in der Fig. 2 zum Ausdruck gebrachten Parallelverwachsungen sechsseitiger Blättchen. Von einer Abstumpfung dieser Blättchen durch ein Rhomboeder wurde nichts bemerkt.

Im parallelen polarisierten Lichte erwiesen sich alle Individuen schwach doppelbrechend und zeigen undeutliche Felderteilung. Im konvergenten Lichte erhält man die Achsenbilder zweiachsiger Minerale mit kleinem Achsenwinkel. Der optische Charakter ist negativ.

Die Bestimmung des Brechungsquotienten ergab für ω die Werte 1·543 bis 1·544.

Die Dichte wurde bei zwei Bestimmungen mittels der Schwebemethode zu 2·343 und 2·344 gefunden.

Eine qualitative chemische Analyse ergab die Gegenwart von Si, Ca, Na, H_2O und in Spuren F. Das Pulver reagierte, mit Wasser befeuchtet, ziemlich stark alkalisch.

Von den Begleitmineralen bildet der Analcim — das zweitälteste Mineral der Stufe — wasserhelle Ikositetraeder von bis 2 *mm* Kantenlänge. Schliffe von Kristallfragmenten zeigen die gewöhnlichen optischen Anomalien: Doppelbrechung und Felderteilung analog der der Granatikositetrader.

Der Apophyllit bildet tafelige farblose Kristalle, die von den Flächen $c = (001)$, $a = (100)$, $p = (111)$ und $y = (310)$ begrenzt werden.

Spaltblättchen zeigen im parallelen polarisierten Lichte Doppelbrechung und die gewöhnliche Felderteilung. Außerdem macht sich noch ein Schichtenbau der Kristalle bemerkbar, so zwar, daß sich ein zentraler Teil von positivem Charakter der Doppelbrechung fast einachsig verhält, die peripheren Partien immer stärker zweiachsig werden und Chromocyklitcharakter annehmen.

Kreibitz bei Rumburg.

Ein den Apophyllitstufen vom Mückenhanberg zum Verwechseln ähnlich sehendes Stück trägt diese Etikette. Es stammt aus der Sammlung des k. k. Hofmuseums und läßt folgende Minerale, ihrem Alter nach geordnet, erkennen:

1. Analcim in sehr kleinen porzellanweißen Kristallen (211) und Gyrolith;

2. Natrolith, Bündel farbloser dünner Nadeln;

3. Apophyllit, $a = (100)$, $c = (001)$, $p = (111)$; farblose Kristalle von prismatisch pinakoidalem Habitus, Chromocyklit

mit gelbem Grundton des Achsenbildfeldes, zweiachsig, optisch positiv, Achsendispersion an verschiedenen Stellen sehr verschieden stark, $v > \rho$, im parallelen polarisierten Lichte die normale Felderteilung zeigend.

Der Gyrolith ist einachsig, von negativem Charakter der Doppelbrechung.

II. Schottland (Hebriden) und Faröerinseln.

Trotz der sehr großen Anzahl von Fundorten, die durch M. F. Heddle (6, 13, 24) und in jüngster Zeit durch J. Currie (30) seit Anderson's Entdeckung aus diesem Gebiet bekannt geworden sind, gelang es mir nicht, davon Material zu erhalten und ich mußte mich auf die Untersuchung des Gyroliths von Skye beschränken, von dem ich von Herrn Geheimrath C. Klein in Berlin durch gütige Vermittlung von Herrn Prof. Becke ein Stückchen erhalten hatte.

Storr auf Skye.

Literatur: Th. Anderson, Philos. Mag., 1 (1851), p. 121. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc., 1852, p. 210.
Des Cloizeaux, Nouv. rech., 1867, p. 13.
C. Klein, N. Jahrb. f. Min. etc., 2 (1892), p. 220.

»Der Name Gurolith bezieht sich auf die eigentümliche Gestalt, die kristallinischen Konkretionen, welche das Mineral bildet..... Der Gurolith kleidet, zum Teil in Gesellschaft von Apophyllit, die Blasenräume eines basaltischen Mandelsteins aus. Er ist von weißer Farbe, glas- bis perlmutterglänzend, in dünnen Blättchen vollkommen durchsichtig. Härte = 3 bis 4. V. d. L. im Kolben gibt er Wasser, schwillt auf und teilt sich in dünne silberglänzende Blättchen. Gibt mit Borax ein farbloses Glas und schmilzt mit Soda schwierig zur dunklen Masse; mit Kobaltsolution zeigt Gurolith schwache Reaktion auf Tonerde. Die Analyse ergab:

Kieselsäure	50·70
Tonerde	1·48
Kalkerde	33·24
Talkerde	0·18
Wasser	14·18
	99·78

Es ist demnach ein Kalksilikat mit der Formel $2(CaOSiO_3)+3H_2O$« (Ref. der Arbeit von Anderson, N. Jahrb. f. Min. etc., 1852, p. 210).

Die mir vorliegende Stufe zeigt das Mineral verbunden mit älterem Natrolith[1] und jüngerem blätterigen Apophyllit von Chromocyklitcharakter.[2]

Der Gyrolith selbst bildet ein ziemlich großblätteriges Aggregat perlmutterglänzender Blättchen in Form einer Schicht unter dem Chromocyklit.

Unter dem Mikroskop erkennt man, daß die Blättchen zum großen Teil ziemlich stark zersetzt sind; sie zeigen deutlichen Pseudopleochroismus und werden von zahlreichen Calcitlamellen durchsetzt. Bei der konoskopischen Untersuchung konnte ich des Cloizeaux' Angaben (9) bestätigen. Auch eine undeutliche Felderteilung, verbunden mit Zweiachsigkeit, wurde wahrgenommen.

Der Brechungsindex ω konnte nur approximativ bestimmt werden; er beträgt 1·548 bis 1·549.

Das spezifische Gewicht möglichst reiner Blättchen wurde mit 2·379, ein anderes Mal mit 2·391 gefunden.

Die chemische Analyse wurde an 0·6853 *g* tunlichst reinen Materials ausgeführt. Eine Bestimmung der Alkalien mußte leider auch hier Materialmangels wegen unterbleiben. Die Analyse ergab die Werte unter I, unter II befinden sich die von Th. Anderson erhaltenen Zahlen; III gibt die der Formel von Anderson entsprechenden theoretischen Werte wieder.

	I	II	III
SiO_2	51·99	50·70	52·1
Al_2O_3	—	1·48	—
CaO	32·02	33·24	32·3
MgO	—	0·18	—
H_2O	12·80	14·18	15·6
	96·81	99·78	100·0

[1] Fein divergentstrahlig, als 5 *mm* hohe Schicht die Basis der Stufe bildend.

[2] Diesen Apophyllit hat Klein unter der Bezeichnung »Gyrolith« in seiner Arbeit (21) eingehend in optischer Hinsicht beschrieben. Er läßt unter anderem in hervorragend schöner Weise den Wechsel der Achsendispersion im positiven und im negativen Apophyllit erkennen.

Belegzahlen zu I: Einwage = 0·6858 *g*, H_2O = 0·0878, SiO_2 = 0·3566, CaO = 0·2296.

Auf Grund dessen, daß der Wassergehalt dieser und der übrigen von mir ausgeführten Analysen sowie derjenigen von Hussak (33) und Schaller (31) um nahezu 2% weniger ausmacht als der bisher bekannten, muß geschlossen werden, daß dem Gyrolith eine etwas andere Zusammensetzung zukommt, als man annimmt.

Stirlingshire.

Literatur: A. Lacroix, Études critiques de minéralogie. VII. Thomsonite lamellaire (Gyrolite pars). Bull. soc. min., Paris 1887, 10, p. 148.

Ein in einer großen Anzahl von Sammlungen unter dem Namen »Gyrolith« von dem Autor angetroffenes Mineral, dessen Muttergestein in den Labradorporphyriten der Umgebung von Bishopton zu suchen ist, erwies sich durch die optische und chemische Untersuchung als blätteriger Thomsonit.

Faröerinseln.

Über Vorkommen des Minerals aus diesem Gebiet, die zuerst von Heddle (6) erwähnt wurden, liegen bloß einige Fundortsangaben von J. Currie (30) vor. Derselbe zählt die Lokalitäten Kodlen auf Österoe und Leinum Vatn, Vestmannhavn und Sundelaget auf Stromö als Gyrolithfundorte auf.

In der vorn erwähnten brieflichen Mitteilung Bøggild's wird noch als ein weiterer Fundort Svinö angegeben.

III. Nordamerika und Grönland.

Anapolis Co., Nova Scotia.

How (7) gibt von dem Gyrolith der Fundy-Bai an, daß er nicht allein Überzüge auf Apophyllit, sondern auch sphäroidale Partien im Innern des Apophyllits bilde. Daraus zieht er den Schluß, der Gyrolith sei ein Umwandlungsprodukt des Apophyllits. Eine Analyse des Gyroliths ergab:

SiO_2	51·90
Al_2O_3	1·27
CaO	29·59
MgO	0·08
K_2O	1·60
H_2O	15·05
	99·85

New Almaden, Californien.

Clarke's (16) Analyse des in den Quecksilbergruben als »faserige Schicht« über Apophyllit aufgefundenen Minerals ergab die Werte:

SiO_2	52·54
Al_2O_3	0·71
CaO	29·97
K_2O	1·56
Na_2O	0·27
H_2O	14·60
F	0·65
	100·30
O-Verlust	0·27
Summe	100·03

Auf Grund dieser Analyse wird dem Gyrolith die Formel $Ca_2Si_3O_8.3H_2O$ zugeschrieben.

Ob die Bestimmung des als »faserig« bezeichneten Minerals als Gyrolith richtig ist, muß ich dahin gestellt lassen.

Jedenfalls stimmt die aus der Analyse resultierende Formel nicht oder nur sehr schlecht mit der auf Grund der neueren Analysen abgeleiteten.

Fort Point, San Francisco (Californien).

Literatur: W. T. Schaller, Mineralogical Notes. Contrib. to Min. from U. S. Geol. Surv., No 262, p. 124 bis 126.

Das Mineral findet sich in einem durch das Vorkommen von Datolith und Pektolith bemerkenswerten basaltischen Gestein in Gestalt mehrerer Zentimeter dicker Gänge in Begleitung von Apophyllit.

Schaller konstatierte Zweiachsigkeit der Blättchen ($2E_{na} = 0$ bis 25°) und bestimmte das spezifische Gewicht mit 2·39.

Die Analyse des Minerals ergab die folgenden Werte:

SiO_2	53·47
Al_2O_3	0·22
CaO	32·00
Na_2O	1·25
H_2O	13·21
	100·15

Auf Grund von M. F. Heddle's Angabe (15), der »heulanditähnliche Kristallform« am Gyrolith zu beobachten glaubte, hält

Schaller den Gyrolith für monoklin und dem Heulandit verwandt, bringt auch die beiden Formeln der Minerale miteinander in Beziehung, ein Verfahren, das sich schon aus chemischen Gründen nicht rechtfertigen läßt.

Kororsuak (Godhavn-Distrikt).

Von dieser bisher nur als Fundort von Apophyllit[1] bekannten Lokalität liegen drei Stufen aus der Sammlung des k. k. Hofmuseums vor, wohl sämtliche Originale der Gieseckeschen Aufsammlung. Dieselben zeigen in paragenetischer Hinsicht solche Verschiedenheiten, daß jede einzeln beschrieben werden muß.

Stufe I.

Ein unregelmäßiger Hohlraum eines basaltischen Gesteins erscheint gänzlich erfüllt von großblätterigen Massen bläulichgrünen Apophyllits. Die Innenwände der Mandel sind ausgekleidet von farblosen Analcimkristallen (211) und fächerförmigen Aggregaten deutlich sechsseitig begrenzter Gyrolithblättchen. Diese beiden Minerale sind ungefähr gleichalterig und stellen die ältesten Bildungen der Stufe dar. Das Vorkommen erinnert in ganz auffallender Weise an manche Stufen des Zeophyllits von Großpriesen.

Das spezifische Gewicht wurde an ausgesuchten Blättchen mit 2·388 ermittelt.

Bei der konoskopischen Prüfung erweisen sich die Blättchen meist einachsig, selten zweiachsig mit kleinem Winkel der optischen Achsen. Optischer Charakter: (negativ).

Der Brechungsquotient ω beträgt 1·545. Der begleitende Apophyllit ist zweiachsig mit ziemlich großem Achsenwinkel und von positivem Charakter der Doppelbrechung. An den Hyperbeln der Achsenbilder ist eine deutliche Dispersion der Achsen $v > \rho$ wahrnehmbar.

---

[1] Schrauf, diese Sitzungsberichte, LXII (1870), 699. — Bøggild, Mineralogia Groenlandica, p. 554.

Stufe II.

An der Basis einer langgestreckten, mit Apophyllitkristallen ausgekleideten Mandel tritt Gyrolith neben kleinen Analcimkristallen und etwas Natrolith als eine etwa 3 *mm* dicke Lage eines kleinblätterigen Aggregates als älteste Bildung auf. Das nächstjüngere, auf der Stufe befindliche Mineral ist Okenit in faserigen Aggregaten, der jedoch fast gänzlich albinisiert erscheint. Der Apophyllit, welcher stellenweise kleine Gyrolithkügelchen umschlossen hält, ist das am spätesten gebildete Mineral.

Stufe III.

Auf Palagonit sitzt eine erste Generation von Gyrolith, dann folgen Natrolith, Apophyllit und schließlich eine zweite Generation von Gyrolith. Letzterer bildet kugelige Rosetten von weißer Farbe. Die einzelnen Blättchen sind perlmutterglänzend und etwas verwittert.

Sein spezifisches Gewicht wurde zu 2·292 bestimmt.

Von den Begleitmineralen fällt der Apophyllit durch seine Gestalt auf. Er bildet faßförmige Sphärokristalle, begrenzt von (100) und (001). Er ist mondsteinartig schillernd, vor dem Lötrohr leicht zu weißem Email schmelzend. Seine Dichte beträgt 2·316. Unter dem Mikroskop erweist er sich als ein optisch negativer Chromocyklit mit blauem Grundton des Feldes.

Karartut (Godhavn-Distrikt).

Literatur: Greg und Lettsom, Mineralogy of Great Britain and Ireland, 1858, p. 217.

O. B. Bøggild, Mineralogia Groenlandica, 1905, p. 558.

Von diesem Vorkommen, von welchem zuerst Greg und Lettsom Nachricht gegeben haben und dessen Existenz Bøggild geneigt ist zu bezweifeln, liegt eine einzige Stufe aus der Sammlung des steierischen Landesmuseums Joanneum vor.

Das Stück repräsentiert ein Fragment einer flachen Zeolithgeode, welche die folgenden Minerale erkennen läßt: feinfaserigen Natrolith in radiärstrahligen, in feine Nädelchen

endigenden Aggregaten als älteste Bildung, eine etwa 1 *cm* dicke Schicht; darüber als nächstjüngeres Mineral farblosen Apophyllit[1] in pyramidal dicktafeligen Kristallen [Kantenlänge (001) : (111) bis 16 *mm*], die sich bei der konoskopischen Prüfung als ein extremer Chromocyklit von indigoblauem Grundton des Achsenbildfeldes und negativem Charakter der Doppelbrechung erweisen, schließlich als jüngste Bildung zwei Sphäroide von Gyrolith von 2·5 *mm* Durchmesser, von denen das eine der Untersuchung geopfert wurde.

Das Sphäroid ist oberflächlich matt und weiß, in seinem Inneren jedoch völlig frisch und zeigt auf dem Bruche den charakteristischen Perlmutterglanz.

Das spezifische Gewicht wurde an einem Fragment nach des Schwebemethode mit 2·422 gefunden.

Unter dem Mikroskop zeigen die Blättchen eine ziemlich starke Spannungsdoppelbrechung, verbunden mit einer deutlichen Felderteilung (vergl. Fig. 1).

Bei konoskopischer Prüfung erscheinen die meisten Blättchen zweiachsig bei negativem Charakter der Doppelbrechung.

Eine merkliche Achsendispersion ist nicht vorhanden.

Sowohl der Apophyllit als der Gyrolith ist erfüllt von zahlreichen Einschlüssen von Natrolithnädelchen. In dem letzteren Mineral ist die Einlagerung eine orientierte, sie folgt den sechs Umrißseiten der Blättchen.

Niakornak (Umanak-Distrikt).

Literatur: Giesecke, Min. Rejse, p. 245.
Greg und Lettsom, Mineral. of Great Britain and Ireland, 1858.
Des Cloizeaux, Nouv. rech., 1867, p. 523.
O. B. Bøggild, Mineralogia Groenlandica, 1905, p. 549 und 558.

Bezüglich der zitierten Stellen ist es zumindest zweifelhaft, ob sie sich auf wirklichen Gyrolith beziehen, von dem mir

[1] Über dieses Apophyllitvorkommen handeln: Giesecke, Min. Rejse, p. 71, und Transact. Royal Soc. Edinburgh, 1821; Gmelin, Vet.-Akad. Handl. Stockholm, 1816, p. 171; Stromeyer, Götting. gel. Anz., 1819, p. 1995;

unter dieser Fundortsangabe eine Stufe aus der Sammlung des k. k. Hofmuseums vorliegt.[1] Giesecke's Angabe über den glimmerartigen Zeolith von Niakornak betrifft sicher das von mir und Himmelbauer Reyerit genannte, dem Gyrolith allerdings sehr nahe stehende, großblätterige Mineral, desgleichen die Mitteilung des Cloizeaux', der optische Einachsigkeit und negativen Charakter der Doppelbrechung konstatierte. Die betreffende Stufe zeigt pseudokubische, nur von kleinen Pyramidenflächen begrenzte Kristalle von weißem Apophyllit, die 7 *mm* Kantenlänge erreichen, aufsitzend auf Gyrolith, den eine dünne Lage von Natrolith unterlagert. Bei der optischen Prüfung erweisen sie sich als einachsiger Leukocyklit von optisch positivem Charakter.

Der Gyrolith bildet meist stark zersetzte,[2] nur wenige Millimeter im Durchmesser hohe Blättchen, an denen man unter der Lupe öfter sechsseitigen Umriß bemerken kann.

Im Konoskope zeigen sie an klaren Stellen einachsige Achsenbilder von negativem Charakter der Doppelbrechung; die Ringsysteme der Achsenbilder lassen die normale Farbenfolge erkennen.

Die Bestimmung des Brechungsindex ω ergab an verschiedenen Blättchen etwas differierende Werte, nämlich:

1·548
1·546
1·540.

Mit Salzsäure geätzt geben die Blättchen deutliche trisymmetrische Kontraktionsfiguren, die beweisend sind für die Zugehörigkeit des Minerals zu einer Symmetrieklasse des trigonalen Systems.

J. Rumpf, T. M. P. M., II (1880), p. 384; O. B. Bøggild, Mineralogia Groenlandica, 1905, p. 553. Das vorliegende Exemplar ist ein Original von J. Rumpf; der größte auf demselben befindliche Apophyllitkristall ist der von diesem Autor in Fig. 20 (Taf. III) abgebildete.

[1] Das Muttergestein ist anamesitischer Basalt.

[2] Eine spezifische Gewichtsbestimmung konnte aus diesem Grunde nicht vorgenommen werden.

IV. Brasilien.

Mogy Guassù, Staat São Paulo.

Literatur: Hussak, Zentralbl. f. Min., 1906, Nr. 11, p. 330.

Das Muttergestein des Gyroliths von Mogy Guassù ist nach Hussak Diabas. Das Mineral tritt hier als Kluftbildung in Begleitung von älterem Laumontit und jüngerem Apophyllit auf. Ein weiterer Begleiter ist Calcit, der die älteste Kluftbildung darstellt.

Hussak beschreibt das Vorkommen wie folgt: »Gyrolith in Form kugeliger, von radial gestellten, dünnen Blättchen gebildeter Aggregate von bald weißer, bald hell- bis dunkelgrüner Farbe, die oft sehr an Talk- oder Chloritaggregate erinnern. Gewöhnlich findet sich der Gyrolith in dem zentralen Teile der Kluftausfüllungen und sind deshalb die größeren (bis 2 *cm*) Kugeln dann abgeplattet. Sehr häufig enthalten die Gyrolithkügelchen Kristallnadeln von Laumontit, der früher als der Gyrolith gebildet wurde, als Einschlüsse und andrerseits sind sie häufig an der Oberfläche vollständig mit winzigen, farblosen, würfelähnlichen Kriställchen von Apophyllit bedeckt.

Nie jedoch wurde Apophyllit als Einschluß im Gyrolith, wie der Laumontit, beobachtet und deshalb scheint es mir ganz ausgeschlossen zu sein, daß der Gyrolith, wie How angibt, sich aus dem Apophyllit gebildet hat. Die Härte des Gyroliths ist = 4.

Das spezifische Gewicht wurde mittels Thoulet'scher Lösung an losen, rein getrennten Spaltblättchen der weißen Varietät bestimmt und als 2·409 gefunden.

Die optischen Eigenschaften konnten nur an losen Spaltblättchen bestimmt werden. Diese erwiesen sich als optisch einachsig mit negativer Doppelbrechung; sie sind demzufolge wohl hexagonal.

Wie Dünnschliffe zeigen, sind die Gyrolithkügelchen oft nur im Zentrum grün gefärbt und außen weiß, so daß vollständige Übergänge von einer in die andere Varietät existieren and die grüne, eisenreiche Varietät daher keinen anderen Namen verdient.

Chemisches Verhalten: Vor d. L. wird er trübe, weiß, porzellanartig, ohne jedoch zu schmelzen. Mit Säuren wird er in grobem Pulver von verdünnter warmer Salzsäure langsam, in feinem Pulver vollständig unter Abscheidung gelatinöser Kieselsäure zersetzt.

Die quantitative Analyse der weißen Gyrolithkügelchen, deren Spaltblättchen unter dem Mikroskop rein ausgelesen wurden, ergab meinem Kollegen, Berg- und Hütteningenieur G. Florence, folgendes Resultat:

		Auf 100 berechnet
»SiO_3	52·77%	53·63%
Al_2O_3 (mit Spuren F_2O_3)	0·73	—
CaO	33·04	33·58
Na_2O	0·35	—
K_2O	0·41	—
H_2O	12·58	12·78
	99·88%	100%

In der dunkelgrünen Varietät hat Florence einen $Fe_2O_3 + Al_2O_3$-Gehalt von $7 \cdot 36\%$ und $MnO = 0 \cdot 32\%$ nachgewiesen. Die Zusammensetzung des brasilianischen Gyroliths ist demnach sehr ähnlich der des Gyroliths von der Insel Skye.«

Den Apophyllit, der den Gyrolith begleitet und »der in würfelähnlichen Kristallen der Kombination $a(100).p(111)$« erscheint, befindet Hussak »immer optisch einachsig, ohne optische Anomalien und mit stets positiver Doppelbrechung«.

Durch die Güte der Leitung des k. k. Hofmuseums erhielt ich eine Stufe des schönen Gyrolithvorkommens von Mogy Guassù zur Untersuchung zur Verfügung gestellt. Ein zweites Exemplar kaufte ich von dem Mineralienhändler J. Böhm in Wien. Auf Grund meiner Untersuchung, die vor dem Erscheinen von Hussak's Arbeit begonnen worden war,[1] kann ich die Ausführungen des erwähnten Herrn Autors im allgemeinen nur bestätigen und beschränke mich bloß auf die Wiedergabe ergänzender Beobachtungen.

Das spezifische Gewicht der Blättchen wurde nach der Schwebemethode mit $2 \cdot 420$ ermittelt.

Unter dem Mikroskop erweisen sich die bisweilen verzerrt sechsseitige Umrisse aufweisenden Spaltlamellen sehr schwach doppelbrechend und mehr weniger deutlich in Felder geteilt. Die einzelnen Felder besitzen die Gestalt gleichseitiger Dreiecke, indem die Schwingungsrichtung γ' mit der Höhenlinie koinzidiert.

Die konoskopische Prüfung ergab stets beinahe einachsige Interferenzbilder bei negativem Charakter der Doppelbrechung.

Der Brechungsindex ω beträgt $1 \cdot 542$.

Bei der Prüfung auf Ätz- und Kontraktionsfiguren mittels verdünnter Salzsäure versagte das Material.

Als Begleitminerale wurden außer Apophyllit, Laumontit und Calcit noch Okenit gefunden, über den später berichtet werden soll.

An dem den Gyrolith begleitenden Apophyllit wurde im Gegensatz zu Hussak's Angaben konstatiert, daß nur der zentrale Teil der Platten ein optisch positiv einachsiger Apo-

[1] Vergl. meine vorläufige Mitteilung im Zentralbl. f. Min. etc. (Nr. 34 des Literaturverzeichnisses).

phyllit vom Leukocyklitcharakter ist. Die folgenden Schichten zeigen im Konoskop die farbenprächtigen Achsenbilder zweiachsigen Chromocyklits in der schönsten Regelmäßigkeit.

Zentrum: Leukocyklit und Stadium der »Andreasberger Ringe«; einachsig.

I.	Schicht:	zitronengelber	Grundton	des	Achsenbildfeldes	zweiachsig.
II.	»	orangeroter	»	»	»	
III.	»	roter	»	»	»	
IV.	»	violetter	»	»	»	
V.	»	indigoblauer	»	»	»	

Ich möchte hier bemerken, daß, soweit meine Beobachtungen reichen, diese Aufeinanderfolge mit zentralem Leukocyklit und darauffolgenden Chromocyklitschichten eine konstante Erscheinung ist; wenigstens habe ich niemals einen isomorphen Schichtenbau aufweisenden Apophyllit angetroffen, dessen Zentrum aus negativem und dessen randliche Partien aus positivem Apophyllit bestanden.

V. Poonah, Indien.

Literatur: M. F. Heddle (Über das Vorkommen von Gyrolith in Indien), Min. Magaz. (1889), 8, p. 199.

Unter einigen aus der Gegend zwischen Poonah und Bombay stammenden Zeolithstufen fand Heddle sphärische Blätteraggregate des Gyroliths von hervorragender Schönheit. Die Sphäroide erreichen die Dicke eines Zolles und sind von einer dünnen Lage von »Saponit« überzogen. Es gelang mir nicht, Stücke dieses von Heddle erwähnten Vorkommens zu erhalten, dagegen hatte ich das Glück, auf einigen alten, aus den Sammlungen des k. k. Hofmuseums,[1] des Mineralogischen Institutes der k. k. Universität und aus der Kollektion Lechner stammenden Zeolithstufen von Poonah ein anderes Gyrolithvorkommen zu entdecken.

Das Muttergestein dieser Stufen ist durchwegs ein violettbrauner Melaphyrmandelstein, der reich ist an blaugrünem

[1] Akquisitionsjahr 1834.

Delessit in Gestalt dünner Überzüge, die Mandeln und Kluftflächen bekleiden.

Das Auftreten der folgenden Minerale auf den Stufen wurde beobachtet: Gyrolith, Apophyllit, Desmin, Skolezit, Heulandit und ein Mineral der Chabasitgruppe (Chabasit oder Gmelinit?).[1]

Ich konstatierte nachstehende Fälle von Sukzessionen:

a)	*b)*	*c)*
1. Chabasit,	1. Chabasit,	1. Chabasit,
2. Gyrolith,	2. Gyrolith,	2. Gyrolith,
3. Skolezit,	3. Skolezit,	3. Heulandit,
4. Desmin,	4. Desmin und Apo-	4. Desmin und Apo-
5. Apophyllit.	phyllit.	phyllit.

Das Mineral der Chabasitgruppe, von welchem nicht ausreichendes Material zu einer genaueren Bestimmung zur Verfügung stand, bildet winzige rötliche Rhomboederchen, die die Innenwände der Geoden auskleiden.

Der Skolezit (Var. Poonalith) bildet mehrere Zentimeter lange, farblose Nadeln, die die Apophyllit- und Desminkristalle durchsprießen.

Der Desmin erscheint in garbenförmigen, weißen, bis 3 *cm* langen Aggregaten, aus Kristallen der gewöhnlichen Form bestehend.

Heulandit fand sich bloß auf einer Stufe in nahezu 1 *cm* langen, nach (010) dicktafeligen Individuen von der durch die Flächen $b = (010)$, $t = (201)$, $s = (\bar{2}01)$ und $c = (001)$ begrenzten Form vor. Die Färbung der Kristalle ist weiß.

Der Apophyllit zeigt auf allen Stufen langprismatisch-pyramidale Kristalle mit kleinen Endflächen, die wasserhelle, dem Prisma gleichsam aufgesetzt erscheinende Spitzen besitzen, während die bloß vom Prisma begrenzten Anteile der Individuen trübe sind und blaß apfelgrüne Färbung zeigen.

Im parallelen polarisierten Lichte beobachtete ich die normale Felderteilung, im konvergenten Zweiachsigkeit bei

---

[1] Leonhard (Handwörterb. der topogr. Mineral., 1843, p. 122) erwähnt Chabasit von Poonah.

positivem Charakter der Doppelbrechung und im übrigen das Verhalten des Vorkommens von Andreasberg (Andreasberger Ringe).

Es ist eine deutliche Achsendispersion $v > \rho$ wahrnehmbar.

Der Gyrolith selbst bildet oberflächlich matte, graulichweiße, kugelige Rosetten von bis 3 *mm* Durchmesser, die sich im Innern aus halbdurchsichtigen, perlmutterglänzenden Blättchen zusammengesetzt erweisen und ein blätterigstrahliges Gefüge erkennen lassen.

Das spezifische Gewicht wurde mit 2·342 und 2·410 (an zwei verschiedenen Stufen) gefunden. Die Härte beträgt 3·5.

Konoskopisch geprüft geben die Blättchen einachsige, bisweilen auch zweiachsige Achsenbilder von negativem Charakter der Doppelbrechung und normaler Farbenfolge der Ringe.

Der Brechungsquotient ω wurde mit 1·546 ermittelt.

Die Prüfung auf Ätz- und Kontraktionsfiguren ergab ein negatives Resultat.

Die chemische Analyse des Minerals, zu welcher nur 0·3 *g* zur Verfügung standen, weshalb auch hier auf die Bestimmung der Alkalien Verzicht geleistet werden mußte, wurde im chemischen Laboratorium des Herrn Hofrates Ludwig ausgeführt. Sie ergab nachstehende Werte:

SiO_2	52·63
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	Spuren
CaO	32·23
MgO	nicht vorhanden
MnO	Spur
H_2O	12·96
K_2O, Na_2O	nicht bestimmt[1]
Summe...	97·83

Belegzahlen: Einwage 0·300 *g*, Glühverlust 0·0389 *g*, $SiO_2 = 0·1579$ *g*, $CaO = 0·0967$ *g*.

[1] Qualitativ nachgewiesen.

Ergebnisse.

1. Der Gyrolith ist nicht, wie man bis in die letzte Zeit vielfach geglaubt hat, eine Varietät von Apophyllit oder gar »ein zersetzter Apophyllit«, sondern eine wohlcharakterisierte selbständige Gattung, als deren nächste Verwandten die sowohl chemisch als morphologisch und physikalisch äußerst ähnlichen Minerale Reyerit und Zeophyllit zu betrachten sind.

2. Der Gyrolith kristallisiert wie seine Verwandten im trigonalen Kristallsystem. Deutliche Kristalle sind bisher nicht beobachtet,[1] undeutliche werden begrenzt von der Spaltfläche (0001), einem dreiseitigen Prisma und einem steilen Rhomboeder. Welcher Symmetrieklasse des trigonalen Systems der Gyrolith angehört, läßt sich bis jetzt nicht entscheiden.

3. Die Härte des Gyroliths beträgt — an verschiedenen Vorkommen — zwischen 3 und 4 der Mohs'schen Härteskala.

4. Über die bisher bekannten spezifischen Gewichte der Gyrolithvorkommen gibt die folgende Tabelle Aufschluß. Das spezifische Gewicht des unveränderten Minerals kann rund mit 2·4 angenommen werden.

Fundort	Spezifisches Gewicht	Beobachter
Mückenhanberg	2·397	Cornu
Scharfenstein (?).....	2·343	»
»	2·344	«
»	2·368	»
Storr auf Skye.....	2·391	»
» » »	2·379	»
Korosuak.....	2·388	»
Karartut.....	2·422	»
Fort Point	2·39	W. T. Schaller
Mogy Guassù	2·409	E. Hussak
» »	2·420	Cornu
Poonah.....	2·342	»
»	2·410	»

[1] Darüber wird Herr Bøggild Aufschluß geben.

4. Das optische Verhalten des Gyroliths ist das eines einachsigen Körpers von negativem Charakter der Doppelbrechung. Achsenbilder vom Chromocyklitcharakter, die auf eine isomorphe Mischung mit optisch positiver Substanz hindeuten würden, wurden niemals beobachtet. Stets zeigen die Ringe der Achsenbilder die normale Newton'sche Aufeinanderfolge der Farben.

Nicht selten zeigt dagegen das Mineral dem Apophyllit und Zeophyllit analoge optische Anomalien, die sich durch Doppelbrechung und Felderteilung der Blättchen in sechs gleichseitige Dreiecke und Zweiachsigkeit, die beträchtlich werden kann, äußert. Die Achsenebenen koinzidieren dann stets mit der Höhenlinie des dreieckigen Feldes.

Die folgende Tabelle enthält die Werte für den Brechungsindex ω nach der Immersionsmethode an den verschiedenen Vorkommen, bestimmt durch A. Himmelbauer:

Fundort	ω	Fundort	ω
Mückenhanberg	1·542	Korosuak	1·545
Scharfenstein	1·543	»	1·545
»	1·544	Mogy Guassù	1·542
Storr auf Skye	1·54	Poonah	1·546
Niakornak	1·548		
»	1·546	1·545 im Mittel	
»	1·540		

5. Die folgende Tabelle gibt die bisher bekannten Analysen wieder:

	Anderson	How	Clarke	Schaller	Hussak	Cornu (Skye)	Cornu (Poonah)	Cornu (Leipa)
SiO_2	50·70	51·90	52·54	53·47	52·77	51·99	52·63	52·05
Al_2O_3	1·48	1·27	0·71	0·22	0·73	—	—	—
CaO	32·24	29·95	29·97	32·00	33·04	32·02	32·23	32·35
MgO	0·18	0·08	—	—	—	—	—	—
Na_2O	—	—	0·27	1·25	0·35	—	—	—
K_2O	—	1·60	1·56	—	0·41	—	—	—
H_2O	14·18	15·05	14·60	13·21	12·58	12·80	12·96	13·06
F	—	—	0·65	—	—	—	—	—

Die Molekularprozente (mit Ausnahme der zwei ältesten Analysen) sind:

	Clarke		Schaller		Hussak		Cornu (Skye)	Cornu (Poonah)	Cornu (Leipa)
SiO_2	0·8699		0·8853		0·8737		0·8608	0·8713	0·8617
Al_2O_3	0·0069		0·0021		0·0071		—	—	—
CaO	0·5339		0·5701		0·5886		0·5705	0·5742	0·5763
Na_2O	0·0043	0·8212	0·0201	0·7534	0·0056	0·7082	—	—	—
K_2O	0·0165		—		0·0043		—	—	—
H_2O	0·8104		0·7333		0·6983		0·7105	0·7194	0·7250
F	0·0341		—		—		—	—	—

Die Zahlen führen zu folgender Formel:

$$6SiO_2 . 4CaO . 5(HKNa)_2O.$$

Es ist also eine teilweise Ersetzung des H durch K und Na anzunehmen. Zu bemerken wäre noch, daß Clarke's Mineral nicht ganz diesem Verhältnis entspricht. Ohne diese Ersetzung verlangt die Formel SiO_2 53·53%, CaO 33·16% und H_2O 13·31%.

Der Gyrolith unterliegt häufig einer Zersetzung (Albinisierung) in Calciumcarbonat. Diese Pseudomorphose hat der Gyrolith mit seinen Verwandten Apophyllit, Reyerit und Zeophyllit gemein.[1]

Bezüglich der Paragenesis läßt sich folgendes feststellen:[2] Neben Gyrolith tritt als ältester Zeolith Analcim auf. Dann folgen Natrolith oder Thomsonit, auch Laumontit, darüber Apophyllit (meist Fluorapophyllit) und Okenit. Manchmal beobachtet man noch eine zweite Gyrolithgeneration, also eine Art rekurrenter Bildung. Dieser Sukzession liegt offenbar das Gesetz zu Grunde, daß die wasserärmsten Zeolithe zuerst ausgeschieden wurden und dann immer wasserreichere folgten.

Eine Ausnahme von dieser konstanten Sukzession bildet das Vorkommen von Poonah.

Der Gyrolith findet sich fast durchwegs nur in Basalten. Speziell im nördlichen Europa ist er an die Trappgesteine (im Sinne Weinschenk's) geknüpft.

---

[1] Vergl. Blum, Pseudomorphosen, III, p. 41.

[2] Auch hier befinde ich mich in Übereinstimmung mit Herrn Bøggild.

Am Schlusse möge noch erwähnt werden, daß meine Versuche,[1] den Gyrolith synthetisch darzustellen, ein negatives Resultat ergaben. Die Versuche wurden in zugeschmolzener Glasröhre bei 300° C. ausgeführt.

Beim ersten Versuch wurde Wollastonit (Finnland), Kieselgallerte und Wasser verwendet. Es trat überhaupt keine Reaktion ein.

Der zweite Versuch wurde mit Calciumcarbonat, Kieselgallerte und Wasser ausgeführt. Hier wurde eine Bildung von Aragonit und Opal beobachtet.

---

[1] Im Laboratorium des Herrn Prof. Pomeranz ausgeführt.

Über die Dissoziation der Silikatschmelzen.

(I. Mitteilung)

von

C. Doelter,

k. M. k. Akad.

(Mit 12 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Juli 1907.)

Einleitung.

Bei dem Studium der Silikatschmelzen ergab sich die Notwendigkeit, die Frage bezüglich der elektrolytischen Dissoziation dieser Schmelzen zu erörtern und einer Lösung zuzuführen, da die Ansichten über diesen Punkt bisher verschieden sind und diese Frage überhaupt für unsere Anschauung von der Natur der Silikatschmelzen von größter Bedeutung ist, aber große technische Schwierigkeiten stellen sich den Untersuchungen bei so hohen Temperaturen entgegen und müssen auch die Genauigkeit der Resultate beeinträchtigen. Die nicht geringen Kosten, welche derartige Arbeiten verursachen, hat die k. Akademie bewogen, für ihre Ausführung eine Beihilfe zu bewilligen, wofür ich hier meinen Dank ausspreche.

Zu weiterem Danke bin ich den Herren Chemiker S. Habianitsch und Dr. J. Ippen verpflichtet, welche mir bei den schwierigen Untersuchungen ihre Mitwirkung zu teil werden ließen.

Für Ratschläge betreffs der Methoden der Leitfähigkeitsbestimmung bin ich Herrn Prof. Svante Arrhenius und Prof. Barus zu Dank verpflichtet.

Die vorliegenden Resultate können nur als provisorische gelten und müssen vorerst die Methoden verbessert werden, ehe endgültige Ergebnisse gezeitigt werden können, die kleinere oder größere Genauigkeit der Methoden kann sich eben erst im Laufe der Arbeiten herausstellen.

Schon im Jahre 1887 führte ich die Elektrolyse eines geschmolzenen Basalts durch und es zeigte sich, daß das Aussehen der an den beiden Elektroden ausgeschiedenen glasartigen Silikate verschieden war, doch war eine genaue Untersuchung nicht möglich.

Barus und Iddings[1] haben als erste das Leitvermögen dreier Gesteine im Schmelzzustande gemessen und zeigten die große Abhängigkeit von der Temperatur.

Über die Dissoziation geschmolzener Silikate liegt meines Wissens keine weitere Arbeit vor, bezüglich der Leitfähigkeit fester Silikate vergl. unten p. 1255.

Was die Dissoziation und Elektrolyse geschmolzener Salze überhaupt anbelangt, so verweise ich auf das ausführliche Werk von R. Lorenz.[2]

Erwähnen möchte ich noch die neueste Arbeit über Leitfähigkeit von Salzschmelzen von K. Arndt.[3]

Für die Anschauung nach der Natur der Silikatschmelzen ist, wie erwähnt, die Frage, ob solche stärker oder schwächer oder überhaupt nicht dissoziiert sind, von Wichtigkeit, denn von der Lösung derselben hängt es ab, ob wir Ionenreaktionen anzunehmen haben, ob die Gefrierpunktserniedrigung der Gemenge von der theoretischen abweicht (unter Annahme, daß keine Dissoziation stattfindet), ob das Nernst'sche Lösungsgesetz Anwendung findet und wie die Abscheidung der kristallisierten Verbindungen vor sich geht.

H. J. L. Vogt befaßte sich theoretisch mit der Frage der Dissoziation der Silikatschmelzen gelegentlich seiner Anwendung der van't Hoff'schen Formel der Schmelzpunktserniedri-

---

[1] American Journal, XLIV, 242 (1892).

[2] Elektrolyse geschmolzener Salze, Bd. 3, Halle 1906.

[3] Zeitschrift für Elektrochemie, Bd. 13 (1906). — Nach Schluß der Arbeit erschien ein Aufsatz von R. Lorenz und H. T. Kálmay über Leitvermögen geschmolzener Salze; Zeitschrift für physik. Chemie, Bd. 59, 17.

gung der Silikate und glaubt, bei dieser Formel den Dissoziationsfaktor vernachlässigen zu können, dagegen hat er doch wieder das Nernst'sche Gesetz der Löslichkeitsvermehrung bei Zusatz eines Salzes mit verschiedenem Ion, welches auf der Dissoziation beruht, angewandt.

Zahlreiche Versuche, welche in meinem Laboratorium ausgeführt wurden, zeigten, daß bei Anwendung der eben erwähnten van't Hoff'schen Formel Berechnung und Beobachtung nicht stimmen und daß die theoretisch berechnete eutektische Mischung nicht jene ist, welche den kleinsten Schmelz-, respektive Erstarrungspunkt besitzt; es rührt dies einerseits zwar auch von der Unvollkommenheit bei der Bestimmung der Schmelzwärmen und zum Teil der Schmelzpunkte her, aber in manchen Fällen dürfte jene Nichtübereinstimmung auch dadurch verursacht sein, daß der Dissoziationskoeffizient unbekannt ist und daher in die Formel, welche die eutektische Mischung gibt, nicht eingesetzt werden kann. Es ergab sich daher die Notwendigkeit, zu konstatieren, wie Silikatschmelzen, und zwar sowohl einfacher Salze, wie auch von Salzgemengen sich verhielten.

Die Frage hat noch in anderer Hinsicht Wichtigkeit. Was ist in einer Schmelzlösung, etwa von $MgSiO_3$ oder $NaAlSiO_4$, vorhanden? Sind, wie H. J. L. Vogt,[1] ohne allerdings dafür Beweise zu bringen, meint, in dem ersten der angeführten Fälle nur etwa Moleküle aus $MgSiO_3$ vorhanden oder sind Mg-Ionen neben SiO_3-Ionen oder eventuell komplexe Ionen vorhanden?

Wenn $MgSiO_3$ im schmelzflüssigen Zustande nicht leitet, so können wir daraus schließen, daß $MgSiO_3$ nicht ionisiert ist. Es ist aber noch eine andere Möglichkeit vorhanden, die Zersetzung in MgO und SiO_2, also im allgemeinen eine thermolytische Dissoziation.[2]

---

[1] Silikatschmelzlösungen II. Christiania 1905.

[2] Abegg machte auf der Versammlung der X. Sektion des internationalen Chemikerkongresses in Rom 1906 auf den Zusammenhang zwischen Dissoziation und dem nicht scharfen Schmelzpunkt aufmerksam.

Die thermolytische Dissoziation dürfte vielleicht eine bedeutende Rolle spielen bei komplexen Silikaten. Schon früher habe ich auf die unscharfen Schmelzpunkte dieser Salze hingewiesen und dem möglichen Zusammenhange mit Dissoziation.

Allerdings kann zum Teil dieses Fehlen eines scharfen Schmelzpunktes auch anderen Ursachen noch zu danken sein,[1] aber es kommt bei einfachen Silikaten, wie $CaSiO_3$, Mg_2SiO_4, doch nicht vor[2] oder wenigstens ist das Intervall zwischen Weichwerden und völligem Flüssigwerden ein kleineres als bei komplexen Silikaten, bei welchen es 80° betragen kann. Daß thermolytische Dissoziation und Zerfall komplexerer Salze in einfachere stattfindet, schließen wir aus den Erstarrungs-, respektive Schmelzkurven einer binären Mischungsreihe; auf die Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Schmelzpunkte habe ich allerdings öfter hingewiesen, daher können wir z. B. an die Bestimmung der Erstarrungskurven keinen sehr strengen Maßstab anlegen, insbesondere wegen der wechselnden Unterkühlung, immerhin zeigen sich jedoch bei vielen binären Systemen, z. B. bei nephelinhaltigen Kurven von der Form Fig. 1 oder abgeflachte Kurven, welche auf thermolytische Dissoziation schließen lassen, und auf die Bildung von komplexeren Verbindungen.[3]

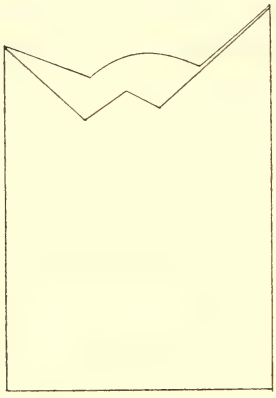


Fig. 1.

Daß nicht allein undissoziierte Moleküle in einer Silikatschmelze vorkommen, zeigen die häufigen Reaktionen bei Gegenwart von zwei Silikaten. Schon in meiner ersten Abhandlung über Silikatschmelzen habe ich gezeigt, daß beim

---

[1] Untersuchungsmethoden bei Silikatschmelzen. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXV, p. 617 (1906).

[2] Eine Ausnahme macht der Quarz, der aber kein Silikat ist.

[3] Siehe die Arbeiten von R. Kremann. Diese Sitzungsberichte 1904.

Zusammenschmelzen zweier Silikate vier Fälle vorkommen können.

1. Die beiden Komponenten scheiden sich unverändert aus.
2. Es bildet sich eine dritte Komponente.
3. Es bildet sich Glas neben einer kristallisierten Komponente.
4. Es bilden sich isomorphe Mischungen.

Noch eines Umstandes möchte ich erwähnen, der vielleicht mit der elektrolytischen Dissoziation zusammenhängt. Bei den Arbeiten meiner Schüler und meinen eigenen zeigte sich, daß ein und dasselbe Gemenge zweier Silikate oft verschiedene Auskristallisierungen gibt; es könnte dies teilweise vielleicht dadurch zu erklären sein, daß der Dissoziationsgrad der Schmelzen bei verschiedenen Temperaturen verschieden ist, und wirklich scheint die Maximaltemperatur, zu welcher die Schmelze erhitzt wurde, in mancher Hinsicht für die Ausscheidungen von Wichtigkeit zu sein; bestimmte Anhaltspunkte fehlen indes. Diese Maximaltemperatur ist auch von Einfluß auf die Größe der Unterkühlung.

Erster Teil.

Das Leitvermögen der Silikatschmelzen.

Um Aufschluß über die elektrolytische Dissoziation der Silikatschmelzen zu erhalten, war es nötig, mit einer wenigstens annähernden Genauigkeit das Leitvermögen der Silikate zu bestimmen.

Disposition des Apparates.

Die ersten Versuche wurden in kleinen U-Röhren aus Quarzglas mit vertikalen Elektroden, welche in diese eintauchten, durchgeführt. Eine ähnliche Disposition hat Arndt[1] angewendet, doch waren seine Apparate größer, was aber hier wegen der nötigen hohen Temperatur, die zur Herstellung der Schmelze nötig ist, nicht durchführbar war.

Diese erste Disposition des Apparats bewährte sich nicht; der Verbindungsteil der beiden Röhrchen hatte einen Durchmesser von nur 3 *mm*, was für Silikate sich als zu eng

[1] Zeitschrift für Elektrochemie, Bd. 12 (1906), 338.

erwies; es entwickelten sich Luftblasen im horizontalen Teile der U-Röhre, die bei der Viskosität der Schmelze den Widerstand der Flüssigkeitssäule nicht überwinden konnten. Eine Verbreiterung der Rohre hätte diese Schwierigkeit zum Teil überwunden, doch war dies wegen des geringen Raumes im elektrischen Ofen, der verfügbar war, nicht angängig und außerdem hätte die Genauigkeit der Bestimmung darunter gelitten.

Versuche mit Arrhenius-Elektroden.

Es wurde daher der Versuch so angeordnet, daß in einem Tiegel von 30 *mm* Durchmesser horizontale, kreisrunde Arrhenius-Elektroden disponiert wurden, wobei die Elektrodenoberfläche 254 mm^2 betrug. Die große Viskosität der Silikatschmelzen schließt leider die so wünschenswerte Verwendung von Kapillarröhren oder engen Röhren aus, da sonst die Leitung durch Blasen unterbrochen wird; wie sich dieser Übelstand beheben lassen wird, läßt sich vorläufig noch nicht sagen; ich verwende neuerdings eine höhere Flüssigkeitssäule, die aber auch an Grenzen gebunden ist.

Theoretisch am richtigsten ist die Messung des Widerstandes mit horizontalen Arrhenius-Elektroden; diese waren durch kleine Säulchen aus Hecht'scher Masse voneinander in gleichen Abständen entfernt gehalten; die Isolierung der Elektrodenstäbe gegeneinander erfolgte durch diese Isolierungsröhrchen, wie sie bei Thermoelementen gebräuchlich sind. Die kreisrunden Elektroden hatten einen Durchmesser von 20 *mm*. Die Elektrodenstäbchen ragen 10 *mm* aus dem Ofen heraus und sind in den Deckel des Heraeusofens eingekittet, so daß sie unbeweglich sind.

Da nach den ersten Versuchen mit U-Röhren vermutet wurde, daß der Widerstand der Schmelzen ein sehr großer sei, so wurde bei den Arrhenius-Elektroden ein zu kleiner Abstand von 5·5 *mm* genommen, was aber bei kleineren Widerständen theoretisch ungünstig erscheint, da nur bei sehr großer Flüssigkeitssäule die Polarisation schwindet.

Aber die ganze Disposition mit den Arrhenius-Elektroden bewährte sich aus einem anderen Grunde wenig, nämlich infolge der Viskosität der Schmelze und wegen der Gasblasen kam es

vor, daß die Elektrode etwas gehoben wurde, während bei der sehr dünnflüssigen Hornblende diese Schmelze durch die Kapillarisolierröhrchen hinaufdrang, wodurch Kurzschluß eintrat. Bei solchen Schmelzen, die wie die Hornblende dünnflüssig wie Wasser werden, drängt die Schmelze wie eine Flüssigkeit in dem isolierenden Kapillarrohre hinauf und ergießt sich über den Deckel hinaus, so daß bei einem länger andauernden Versuch ein Teil der Flüssigkeit aus dem Tiegel sich in den Ofen ergießt, wodurch große Fehlerquellen entstehen. Allerdings geschah dies nur bei diesem Silikat, welches 30 bis 40° über dem Schmelzpunkte sehr dünnflüssig wird, was speziell eine Eigenschaft der Hornblende ist.

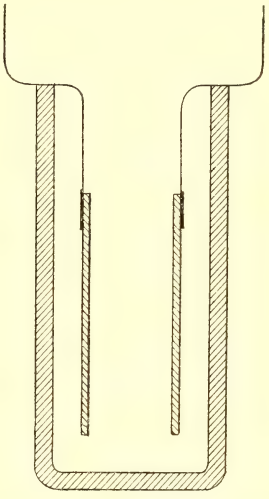


Fig. 2.

Auch hier tritt manchmal dadurch eine Störung ein, daß die Luftblasen zwischen den beiden Elektroden stecken bleiben und dadurch eine Diskontinuität in der Schmelze entsteht, wodurch der Widerstand vergrößert wird. Ein weiterer Fehler entsteht dadurch, daß das Thermoelement nicht in den Tiegel bis zur Schmelze hineinreichen kann (vergl. p. 1252), da der Tiegel geschlossen war.

Zum Versuche wurden besondere Tiegel aus einer Mischung von Kaolin und Quarz angefertigt, welche zylindrische Form hatten.

Der Tiegel wurde durch einen Deckel geschlossen, welcher außen vermittels eines Platindrahtes mit dem ersteren verbunden war und welcher zwei passende Durchbohrungen für die Elektrodendrähte hat.

Diese Art, den Apparat zu disponieren, hat aber doch gewisse Nachteile; vor allem kann man sich nicht überzeugen, was in dem verschlossenen Tiegel vorgeht, insbesondere weiß man nicht, ob die in demselben enthaltenen Stoffe bereits geschmolzen sind.

Bei den künftigen Versuchen wird trotzdem vielleicht auf horizontale Elektroden aber mit großem Abstande wieder zurückzukommen sein, um die Polarisation zu vermeiden oder vielleicht auf weitere U-Röhren von 5 bis 6 *mm* Durchmesser, denn engere Röhren als 5 *mm* können aus den angegebenen Gründen nicht verwendet werden.

Versuche mit vertikalen Elektroden.

Es wurde dann zu den gewöhnlichen Tauchelektroden zurückgegangen. Die Elektroden sind mit einem Platinbügel verbunden, der in eine Öffnung der Seitenwand des Tiegels hineinpaßt und dort mit demselben Material, welches zur Herstellung des Tiegels diente, eingekittet war, so daß ein Verrücken der Elektroden ausgeschlossen war.

Die Dimensionen der Elektroden waren keine großen: 200 mm^2. Ihre Dicke betrug 1 *mm*.

Der Abstand der Elektroden betrug hier zumeist 10·5 *mm*. Auch hier ist das Minimum nicht immer sehr deutlich, obgleich die Widerstände ja viel größer sind als bei wässerigen Lösungen oder bei den geschmolzenen Chloriden.

Temperaturmessung.

Eine nicht leicht zu überwindende Schwierigkeit war die der Messung der Temperatur der Schmelze, sie rührt hauptsächlich von dem Umstande her, daß vermieden werden mußte, das Thermoelement, respektive dessen Schutzrohr in die Schmelze eintauchen zu lassen, um nicht bezüglich der Leitfähigkeitsmessungen Fehler zu erhalten und, da die Tiegel ohnehin nicht mehr als 30 *g* faßten, das Volumen zu verkleinern. Auch wurde die Berechnung und die Bestimmung der spezifischen Leitfähigkeit dadurch erschwert.

Es wurde daher das Thermoelement so eingeschoben, daß es unmittelbar auf der Oberfläche der Schmelze sich befand.

Angreifbarkeit des Tiegelmaterials.

Die zahlreichen Versuche ergaben, daß die Kaolin—Quarzmischung den Angriffen der angewandten Silikatschmelzen, auch der dünnflüssigen Hornblendeschmelze widerstand, so

daß hieraus keine Fehlerquelle sich ergab. Nirgends wurde ein Durchschmelzen des Tiegels oder auch eine merkliche Wirkung der Schmelze auf den Tiegel beobachtet.

Reinheit des Materials.

Bei natürlichen Silikaten — und diese müssen ja vorerst untersucht werden, wenn es sich um Schlüsse handelt, die zur Entstehungsfrage der Mineralien und Gesteine benutzt werden sollen — kann ideale Reinheit im Sinne der chemischen Reinheit von Laboratoriumsprodukten nicht verlangt werden.[1] Auch die reinsten Mineralien enthalten, wenn auch oft nur minimalste Beimengungen. Wir sehen daher, daß die Schmelzpunkte der Mineralien nicht ganz mit jenen künstlichen Mischungen von identer Zusammensetzung übereinstimmen. Es ergibt sich daher die Notwendigkeit, außer den Naturprodukten chemische Mischungen von gleicher chemischer Zusammensetzung, bei welcher die Unreinheiten vermieden werden, zu untersuchen.

Fehlerquellen.

Die Durchführung der Messungen bei so hohen Temperaturen, die Schwierigkeit, den Schmelzvorgang zu beobachten, die immer in Mineralien vorhandenen Gase und viele andere Faktoren bringen es mit sich, daß die Messungen vorläufig nur approximative sind. Die wichtigsten Fehlerquellen sind:

1. Die geringe Masse der Schmelze, welche hauptsächlich in der Schwierigkeit begründet ist, größere Mengen von gleicher und gleich reiner Beschaffenheit zu erhalten. Reinere Kristalle in großer Menge sind eben sehr schwierig zu beschaffen.

2. Eine Fehlerquelle ist die, daß zwar das Volumen der Schmelzflüssigkeit zwischen den Elektroden selbst konstant ist, daß es aber nicht möglich ist, den Tiegel ganz genau bis zum gleichen Niveau anzufüllen, so daß die Schmelze über den Elektroden nicht immer gleich war. Bei horizontalen Elektroden war aber der Fehler sehr gering, während er bei den vertikalen größer sein kann.

---

[1] Reine, den theoretischen Formeln entsprechende Stoffe kommen in der Natur nicht vor.

3. Luftblasen sind bei der Anordnung mit horizontalen Elektroden viel störender als bei vertikalen Elektroden, da sie durch die obere horizontale Elektrode am Aufsteigen gehindert werden und daher ernstliche Störungen hervorrufen können, in einem Falle wurde durch solche Luftblasen die obere Elektrode auf die äußere Seite gehoben, wodurch die weiteren Messungen unmöglich wurden.

Bei vertikalen Elektroden können die Luftblasen hinaufsteigen und austreten, sie sind daher wenig störend.

Schwierigkeiten der Temperaturmessungen.

Obgleich die Temperaturmessungen sonst keine Schwierigkeiten bieten, so war doch der Umstand, daß das Schutzrohr des Thermoelements nicht in die Schmelze eintauchen sollte, störend; bei horizontalen Elektroden war der Deckel durchbrochen und das Schutzrohr steckte in dieser Öffnung des Deckels; hier war das Rohr leichter richtig einzustellen als bei dem Gebrauche von vertikalen Elektroden, aber die Messung fällt etwas zu niedrig aus. Wegen des großen Unterschiedes der Leitfähigkeit auch bei Temperaturdifferenzen von 10° ist die genaue Temperaturmessung besonders wichtig.

Einfluß der Ausdehnung des Tiegelmaterials.

Die Ausdehnung des Tiegelmaterials, auch bei höheren Temperaturen, ist sehr gering, so daß von einer Korrektur, die bei Glasgefäßen nötig ist, abgesehen werden konnte; sie wurde mit $0 \cdot 50\%$ (etwas zu hoch) berechnet und von der Kapazität abgezogen.

Was das Tonminimum anbelangt, so ist es im allgemeinen im flüssigen Zustande kein undeutliches, bei Pulvern war es allerdings bei sehr großen Widerständen wenig deutlich, ebenso in amorph-glasigen Schmelzen.

Berücksichtigt man den Umstand, daß ohnehin die ganze Methode nur annähernde Resultate gibt, so sind die Fehler durch das mitunter etwas verschwommene Minimum keine sehr großen, um so mehr als ja die Widerstände ziemlich große sind.

Die Bestimmung der Leitfähigkeit geschah vermittels Wechselstroms mit Induktorium und Wheatstone'scher Brücke

(bezogen von R. Hartmann und Braun) durch das telephonische Tonminimum. Der Widerstand der Zuleitungen ist gering, zirka 0·2 Ohm, so daß er bei großen Widerständen vernachlässigt werden konnte. Zur Berechnung diente die Tabelle von Hartmann und Braun.

Einfluß der Polarisation.

Im allgemeinen zeigt es sich, daß das Tonminimum bei Silikatschmelzen niemals so scharf ist wie bei wässerigen Lösungen von Gips, Chlormetallen etc., es dürfte daher immerhin mit dem Einflusse der Polarisation zu rechnen sein, doch sei gleich hier bemerkt, daß noch weit über dem Schmelzpunkte das Minimum ziemlich scharf ist. Es stimmt dies mit den Beobachtungen an anderen Salzen, nach welchen bei der Elektrolyse die Polarisation mit steigender Temperatur sinkt, wie dies L. Poincarré[1] bei Nitraten zeigte und wie die ausführlichen Arbeiten von R. Lorenz und V. Czepinski zeigen.[2]

Andrerseits ist bei kleinen Werten der Leitfähigkeit die Polarisation größer als bei starker Leitfähigkeit; beobachtet wurde aber sehr häufig, daß bei der Abkühlung, sobald die Temperatur stärker gesunken war, das Tonminimum verschwommener wurde.

Was das Platinieren der Elektroden anbelangt, so erwies es sich nicht wie bei wässerigen Lösungen als sehr nützlich, da offenbar beim Hineinpressen des Pulvers die Platinierung zum Teil sich abschälte.

Aus den weiter unten veröffentlichten Angaben geht hervor, daß auch bei nicht platinierten Elektroden in den allermeisten Fällen das Tonminimum nach vollständiger Schmelzung ziemlich scharf war, wenn auch nicht so scharf wie in wässerigen Lösungen bei Anwendung platinierter Elektroden. Es wurden anfänglich die Versuche mit platinierten Elektroden durchgeführt, doch ergab es sich, daß der Unterschied zwischen der Schärfe des Tonminimums bei platinierten und nicht platinierten Elektroden nicht groß war und jedenfalls eine bedeutende

---

[1] Ann. der Chemie und der Phys., Bd. 21, 332 (1890).

[2] Lorenz, Elektrolyse geschmolzener Salze. III, 12.

Steigerung der Genauigkeit durch Platinieren nicht erreicht wurde, weshalb auf dasselbe kein großes Gewicht gelegt werden kann.

Um ein scharfes Tonminimum zu erreichen, sind verschiedene Vorschläge gemacht worden. K. Arndt[1] hat die Säule des Elektrolytes durch ein U-Rohr bedeutend vergrößert, während nach Lorenz und Kalmus[2] ein sehr enges Gefäß angewendet werden muß. Bei unseren Versuchen sind Kapillare ausgeschlossen (siehe oben) wegen der Viskosität der Schmelze.

Man darf aber nicht übersehen, daß hier eine große Genauigkeit keinen so bedeutenden Nutzen bringt, weil ja der Fehler der Temperaturbestimmung weit größer ist. In manchen Fällen war das Tonminimum ungefähr auf 1 *mm* genau zu bestimmen, in einzelnen Fällen war aber nur auf $^1/_2$ bis 1 *cm* genau einzustellen, insbesondere bei niedrigeren Temperaturen war es verschwommen; hier sind aber die Widerstände sehr groß, z. B. bei 1000 Ω Vergleichswiderstand ergab eine Messung zwischen 3350 und 3360, das würde ergeben: 493 Ω im ersten, 515 Ω im zweiten; es fällt aber z. B. andrerseits zwischen 1135 und 1200° der Widerstand von 1593 Ω auf 110 Ω, so daß der Fehler nicht sehr in Betracht kommt. Immerhin wird es nötig sein, in Zukunft den Apparat so zu richten, daß Fehler von über $^1/_2$ *cm* ausgeschlossen würden.

Leitfähigkeit des leeren Tiegels.

Ein Versuch mit leerem Tiegel ergab bei horizontalen Arrhenius-Elektroden zwischen 1040 bis 1230° Widerstände von 263970 bis 95263 Ω bei 5·5 *mm* Elektrodenabstand:

1040°	263970 Ω
1080	233900
1120	182310
1160	137000
1200	110480
1230	95263

[1] L. c. Zeitschr. für Elektrochemie (1906), 337.

[2] Zeitschr. für physik. Chemie, *59*, 18 (1907).

Die Werte sind so bedeutend, daß eine Korrektur nicht nötig erscheint.

Auch bei vertikalen Elektroden wurde der Tiegelwiderstand gemessen, er ist weit geringer als bei Anwendung von horizontalen Arrhenius-Elektroden (zirka 5000 Ω bei 1300°); es kann dieser Widerstand vernachlässigt werden, denn bei Widerständen, die bei Temperaturen von 1200° mit 30—10 Ω gemessen wurden, kann jener enorme Widerstand nicht in Betracht kommen, daher ist auch hier der Einfluß des Tiegels ein geringer.

Leitvermögen der festen Silikate.

Im ganzen und großen wissen wir nur wenig über das Leitvermögen fester Silikate. Bei Zimmertemperatur scheint es wohl in allen Fällen nahezu Null zu sein. Die vorhandenen Beobachtungen sind zum Teil nicht übereinstimmende. So soll nach Beobachtungen von Pelletier[1] Orthoklas im festen Zustande gut leitend sein, während in späteren Untersuchungen von Wartmann alle kristallisierten Silikate mit Ausnahme des Epidots als Nichtleiter bezeichnet werden, was auch wohl richtig sein dürfte.

Anders verhält es sich, wenn Silikate einer erhöhten Temperatur ausgesetzt werden. Es liegen Versuche vor, die dartun, daß schon bei 300° Quarz, Glas, Porzellan etc. stark leitend werden. Bei Bergkristall wird die Leitfähigkeit von Warburg durch Anwesenheit von Natriumsilikat erklärt, demnach wäre sie keine Leitfähigkeit des Quarzes selbst.

Dagegen zeigten Warburg und Tegetmeyer die Leitfähigkeit des Glases, das aber nicht zu den kristallisierten Silikaten gehört.

Die Untersuchung über die Leitfähigkeit fester Silikate ist nicht Gegenstand dieser Arbeit, doch wurden der Vollständigkeit halber auch bei den Pulvern Messungen vorgenommen.

Die hier veröffentlichten Daten bezüglich der Leitfähigkeit der festen Silikate haben, weil sie an Pulvern ausgeführt wurden, nur im Vergleiche mit den Schmelzen Wert. Um die

[1] Nach F. Beijerinck, Leitvermögen der Mineralien. N. J. f. M. Beil. Bd. XI, 462.

Leitfähigkeit fester Silikate zu prüfen, müßten Platten oder Stäbe der betreffenden Mineralien verwendet werden; es ist dies aber aus dem Grunde nicht durchführbar, weil solche Platten bei Temperaturerhöhung Sprünge bekommen oder ganz entzweireißen, oder aber es müßten, um den genannten Zweck zu erreichen, wie dies z. B. Streintz[1] bei Bleiglanz und anderen Sulfiden durchführte, unter dem Druck von einigen tausend Atmosphären Silikatpulver zu Zylindern geformt werden, die dann unter Temperaturerhöhung auf ihr Leitvermögen zu untersuchen wären. Dabei ergibt sich aber eine Schwierigkeit, verursacht durch die Nichtkohärenz solcher Pulver, denn nur bei Körpern mit metallischer Leitung gelingt es nach Streintz, solche homogene Stäbe zu erhalten, bei anderen Stoffen müßte man ein Bindemittel, Dextrin oder dergleichen anwenden, wie das bei den von Nernst untersuchten Metalloxyden.

Die bisherigen Versuche sind daher nur insofern von Belang, als sie den ungefähren Verlauf der Leitfähigkeit zeigen, wenn auch die spezifische Leitfähigkeit infolge der Schwierigkeiten, dasselbe an und für sich kleine Volumen wie bei den Versuchen mit Vergleichslösungen einzuhalten, nicht genau bestimmbar war, was auch weiter zu kontrollieren und wohl auch zu verbessern sein wird.

Bei der Konstruktion der Kurven habe ich deshalb auch jene angegeben, welche sich aus den unmittelbar erhaltenen Widerständen der festen Pulver ergaben, und auch die Tabellen derselben gebracht, aber nur der Vollständigkeit halber; eine Berechnung des Leitvermögens wurde unterlassen.

Aus allen Versuchen geht hervor, daß die Leitfähigkeit mit der Temperatur stark zunimmt, solange der Körper nicht ganz flüssig ist; während des Zustandes der Zähflüssigkeit tritt wie im festen Zustande, sei es, daß es sich um mehr lockeres Pulver oder um zusammengebackene Masse handelt, starke Zunahme der Leitfähigkeit mit der Temperaturerhöhung ein. Aber im wirklichen flüssigen Zustande bei geringer Viskosität ist die Abnahme eine viel geringere

[1] Das Leitvermögen von gepreßten Pulvern. Stuttgart 1903.

und die Temperaturwiderstandskurve verlauft geradlinig; der Temperaturkoeffizient im geschmolzenen Zustand ist geringer.

Die allgemeine Literatur über diesen Gegenstand findet sich in R. Lorenz' Elektrolyse geschmolzener Salze.[1]

Labradorit.

Das verwendete Mineral hat die Zusammensetzung

SiO_2	57·36
Al_2O_3 ...	27·01
CaO	8·55
Na_2O....	6·13
H_2O.....	0·65

es war ganz auffallend frei von Einschlüssen.

Es wurden drei Versuche ausgeführt, von welchen ich die zwei letzten sehr gelungenen im Detail anführe und in Fig. 3 die Veränderungen der Leitfähigkeit mit der Temperatur wiedergebe.

Schmelzpunkt des Labradorits.

Da der Schmelzpunkt dieses Minerals bei kleinen Beimengungen von Eisen erheblich schwankt und dasselbe als isomorphe Mischung von zwei Salzen überhaupt schwankenden Na- und Ca-Gehalt besitzt, so wird auch dadurch der Schmelzpunkt bei verschiedenen Labradoriten verschieden sein und die Unterschiede können bedeutende sein. Es war daher notwendig, eine neue Bestimmung vorzunehmen, und zwar nach der von mir als genaueste erachteten mikroskopischen Methode.

Da das Mineral kieselsäurereicher und viel reiner als die bisher untersuchten natürlichen Labradorite ist, ist auch sein Schmelzpunkt etwas höher; bei 1240° tritt erste Veränderung ein und bei 1275° ist keine anisotrope Phase mehr vorhanden; die Dünnflüssigkeit tritt erst bei 1310° ein.

---

[1] Vergl. insbesondere auch Wied. Ann. der Physik, Bd. 21, 622 (1884). — E. Warburg und F. Tegetmeyer, ibid., Bd. 32, 447 (1887).

Schmelzpunkt des Labradorits.

Zeit	Temperatur	Beobachtete Veränderungen
$4^h\ 30^m$	1225°	Keine Veränderung.
4 35	1240	Stellenweise sehr geringfügige Rundung.
4 40	1250	Merkliche Rundung.
4 45	1270	Die Ecken der Kristallbruchstücke schwinden.
4 55	1270	Tropfenbildung.
5 5	1275	Die Tropfen fließen zusammen.
5 10	1275	Nur noch Tropfen; alles ist geschmolzen.
5 15	1280	Zusammenfließen größerer Partien.
5 30	1290	Es bilden sich durchsichtige Teile.
5 35	1300	Viele durchsichtige flüssige Teile.
5 40	1305	Vieles ist deutlich dünnflüssig.
5 45	1315	Totale Veränderung des Bildes; eine einheitlich flüssige Masse.
5 50	1325	Ebenso.

Abkühlung des Labradorits.

Zeit	Temperatur	Beobachtete Veränderungen
$5^h\ 54^m$	1320°	
5 58	1260	
6 —	1240	Bildung einzelner Mikrolithe.
6 4	1230	Weitere Bildung von Mikrolithen.
6 7	1220	Es bilden sich viele Feldspatmikrolithe.
6 10	1210	Ebenso.
6 12	1200	Glasbildung.
6 14	1190	Alles fest.

Ein Dünnschliff des Labradorits zeigte, daß derselbe nicht wie die »labradorisierenden« Feldspate von Labrador von parallel angeordneten Einschlüssen von Pyroxen etc. erfüllt ist, sondern daß er nur selten vereinzelte Augiteinschlüsse zeigt; im Zusammenhange damit steht auch der Umstand, daß Eisen nur spurenweise vorhanden ist.

Versuch I. Die Distanz der Elektroden betrug 11·5 *mm*. Eingewogen wurden 12·5*g*. Es ergab sich nach dem Schmelzen, respektive beim Herausnehmen des Tiegels, daß der Tiegel nahezu, aber doch nicht ganz mit der Schmelze gefüllt war und daß an einzelnen Stellen Blasen sich vorfanden. Das Mineralpulver wird bei zirka 1300° weich, respektive zähflüssig.

Die zwischen 1090 bis 1260° erhaltenen Zahlen beziehen sich auf festes Pulver; von jener Temperatur an findet, dem Beginne des Schmelzens entsprechend, ein rapides Fallen des Widerstandes statt, von 1150 Ω bei 1260° bis 324 Ω bei 1300°. Wie erwähnt, haben die Zahlen für festes Pulver keine große Bedeutung, da sie je nach der Pressung des Pulvers verschieden sein können.

Demnach ist der Beginn des Schmelzens bei zirka 1240° gelegen, was ungefähr um 20° höher ist wie bei dem Labradorit von Kiew, der aber merklichen Eisengehalt zeigt; bei 1280° ist keine kristallinische Phase mehr vorhanden.

Vergleicht man die Widerstandsmessungen bei diesem Punkte, so findet man bei 1265°, bei welchem der größte Teil des Silikats geschmolzen war, Verringerung des Widerstandes, aber erst bei 1325 bis 1335°, also bei einer Temperatur, bei welcher die Flüssigkeit schon einen geringen Grad von Zähigkeit hat, eine bedeutende Leitfähigkeit, die dann nur noch wenig mit der Temperatur zunimmt. Eine starke Zunahme findet also im festen und wachsartigen Zustande statt. Infolge eines Unfalles unterblieb hier die Beobachtung der Leitfähigkeit beim Übergange vom flüssigen Zustand in den festen, wobei allerdings zu bemerken ist, daß wir bei rascherer Abkühlung des Labradorits immer viel Glas erhalten.

Wenn wir diesen ersten Versuch bezüglich des Verlaufes der Kurve der Leitfähigkeit als Temperaturfunktion vergleichen, so finden wir ein starkes Fallen schon im festen Zustande; erst

beim Schmelzpunkte tritt ein sprunghaftes Fallen bei zirka 1260 bis 1265°, entsprechend dem Schmelzbeginne, dann wieder allmähliches, aber sehr langsames Fallen; erst weit über dem Schmelzpunkte, bei 1345°, trat der Punkt ein, bei welchem nur noch minimale Änderungen folgen, die Kurve nähert sich der Horizontalen.

Versuch II. Die Distanz der platinierten Elektroden betrug wie bei den meisten Versuchen 10·5 *mm*, das Pulver war fest im Tiegel eingepreßt und die Gewichtsmenge des Minerales betrug 13·2 *g*. Der Versuch begann bei 1130°, bei welcher Temperatur der Widerstand 5536 Ω betrug; die Schmelze beginnt bei 1260° sich zu verändern, ist bei 1290° weich. Bei dieser Temperatur beträgt der Widerstand nur noch 300° Ω, um bald darauf bei 1350°, bei welcher Temperatur die Schmelze dünnflüssig ist, auf 23 Ω zu fallen. Von 1365 bis 1380° wurde eine Vergrößerung der Leitfähigkeit nicht mehr beobachtet.

Demgemäß bewegt sich der Widerstand im Festen bis etwa 1260° in Grenzen von mehreren Tausenden bis gegen 700 Ω, während des Schmelzens von 1260 bis 1310° fällt er auf zirka 90 Ω, um nach dem Schmelzen noch weit mehr zu fallen; von 1345° findet nur noch geringfügige Veränderung statt. Bei diesem Versuche war das Tonminimum von 1260° ein sehr scharfes und nur, solange festes, nicht zusammengebackenes Pulver vorhanden war, ist es wenig scharf.

Labradorit (Fig. 3).

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkung
3h 45m	1130°	5536	
3 49	1145	5250	
3 56	1155	4650	Ziemlich scharfes Minimum.
4 04	1175	3762	
4 12	1195	3000	
4 21	1200	2195	

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkung
$4^h\ 33^m$	1230°	1242	Schmelze zusammengebacken.
4 36	1260	876	Minimum scharf.
4 47	1280	541	
5 —	1280	414	
5 03	1280	394	
5 08	1285	342	Schmelze etwas weich.
5 09	1295	302	
5 14	1300	241	Minimum sehr scharf.
5 20	1305	170	
5 25	1310	143	Schmelze zähflüssig.
5 35	1312	97	
5 40	1315	82·9	
5 45	1320	63·6	Scharfes Minimum.
5 50	1325	61·5	
6 —	1335	45	
6 5	1340	36·4	Ziemlich scharfes Minimum.
6 7	1345	29	
6 10	1350	23·5	
6 15	1360	17	
6 20	1365	12·3	
6 23	1370	10·5	
6 25	1380	9·5	

Vergleicht man die Zahlen untereinander, so findet man unter Berücksichtigung der verschiedenen Mengen und insbesondere des verschiedenen Elektrodenabstandes große Über-

einstimmung; das zeigt sich beim Vergleiche der spezifischen Leitfähigkeiten.

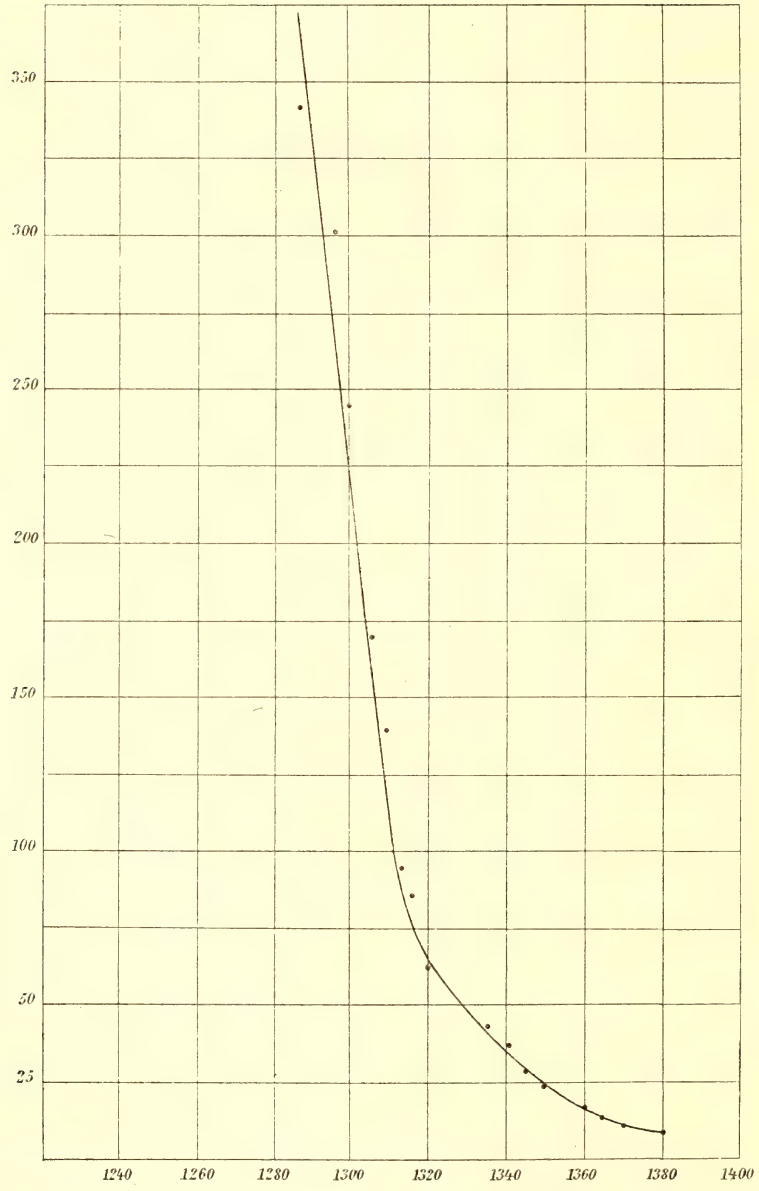


Fig. 3.

Orthoklas.

Als Versuchsmaterial diente ein Orthoklas von Norwegen, der wahrscheinlich von Arendal stammt.

Dieser Orthoklas kann als rein bezeichnet werden, soweit überhaupt von vollkommener Reinheit bei einem Naturprodukt gesprochen werden kann; er ist wie alle natürlichen Orthoklase natronhaltig und als eine isomorphe Mischung von $KAlSi_3O_8$ mit kleineren Mengen von $NaAlSi_3O_8$ zu betrachten.

Der Orthoklas, der in großen Mengen vorhanden war, dürfte den folgenden Analysen des Orthoklas von Arendal entsprechen (vergl. C. Hintze, Handbuch der Mineralogie, p. 1413).

	Jewreinow	Schulz (bei Rammelsberg)
SiO_2	65·76	65·35
Al_2O_3	18·31	17·99
CaO	1·20	1·50
K_2O	14·06	13·74
Na_2O	—	1·54

Es wurden drei Versuche gemacht, einmal mit Arrhenius-, das zweite und dritte Mal mit vertikalen Elektroden.

Versuch I. Die Zahlen dieses Versuches sind nicht sehr genau, namentlich solange das Pulver noch nicht zusammengebacken war, immerhin ist der Gang des Versuches von Interesse. Bei 900° war keine Leitfähigkeit zu beobachten, was aber nicht ausschließt, daß bei Kristallplatten oder bei gepreßten Pulvern auch schon früher Spuren von Leitfähigkeit vorhanden sein könnten.[1] Von 1000° fällt der Widerstand von 3568 Ω auf 756Ω bei 1075° und auf 201 Ω bei 1120°. Bei 1140° beträgt er nur noch 62·6 Ω, bei 1180° dagegen nur 29 Ω.

Diese rasche Verminderung fällt in ein Temperaturintervall, während welchem eine Veränderung des Pulvers nicht bemerkbar ist, da es sich immer noch um loses Pulver handelt. Von 1200° an ist das Fallen des Widerstandes nur ein allmähliches,

[1] Vergl. die Viskositätskurve der Orthoklasschmelze in meiner Arbeit über Silikatschmelzen III.

er beträgt bei 1200°: 21·2 Ω, bei 1210°: 16·9 Ω, bei 1230°: 12·9 Ω, bei 1250°: 10 Ω, bei 1280°: 6·5 Ω, bei 1300°: 6·5 Ω. Da der Orthoklas bei 1220° ungefähr weich zu werden beginnt und bei 1300° schon einen sehr erheblichen Flüssigkeitsgrad zeigt, so könnte man vermuten, daß zwischen 1200 bis 1300° ein bedeutendes Fallen des Widerstandes erfolgen würde, was aber nicht eintritt.

Bei der Abkühlung (vergl. Fig. 4) wächst der Widerstand nur allmählich an; solange man es mit Flüssigkeiten zu tun hatte, also von zirka 1230° aufwärts, sind die Zahlen beim Erhitzen wie beim Abkühlen ziemlich gleich, da aber unter jener Zahl beim Erhitzen Pulver vorhanden, beim Abkühlen dagegen der Widerstand sich auf eine kompakte glasige Masse bezog, so sind die weiteren Zahlen natürlich andere. Der Widerstand wächst von 1220°, wo er zu 7·9 Ω gemessen wurde (beim Erhitzen 14·2 Ω), bis 990° auf 19·3 Ω, während er beim Erhitzen schon bei 1000° 3568 Ω betragen hatte.

Das Tonminimum war wegen zu kleinen Elektrodenabstandes undeutlich, so daß diese Zahlen keine genauen sind.

Versuch II mit vertikalen Elektroden. Die Widerstandsmessungen sind hier entsprechend der größeren Genauigkeit der Methode auch genauer, aber wie bei dem ersten Versuche ist bei Orthoklas im Gegensatze zu Hornblende, Augit, Labradorit das Tonminimum weder in der Schmelze noch im festen Zustand ein sehr scharfes, es dürfte entsprechend dem größeren Leitvermögen der Einfluß der Polarisation, der aber nicht verhindert werden kann, ein bedeutenderer sein als bei jenen Stoffen, wenn er auch im Vergleiche zu den verhältnismäßig hohen Widerständen kein sehr großer ist.

Bei diesem Versuche war der Tiegel nur etwas über die Elektroden voll, das Gewicht des Pulvers betrug 10·5 *g*.

Bei 1135° begann der Versuch, hier beträgt der Widerstand 1593 Ω, er fällt schnell auf 207 Ω bei 1200°, bei 1230° haben wir nur noch 38 Ω; hier ist die Schmelze weich geworden, von da bis 1300° fällt der Widerstand nur noch wenig, um mit 12·7 Ω den niedrigsten Wert zu erreichen.

Bei der Abkühlung findet ein überaus langsames Ansteigen auf 21·9 Ω bei 1200°; bei 1140° war die Schmelze ganz starr,

der Widerstand betrug 23·4 Ω; bei 1120°, dem letzten gemessenen Punkte, wurde 26·6 Ω erhalten (vergl. Fig. 4).

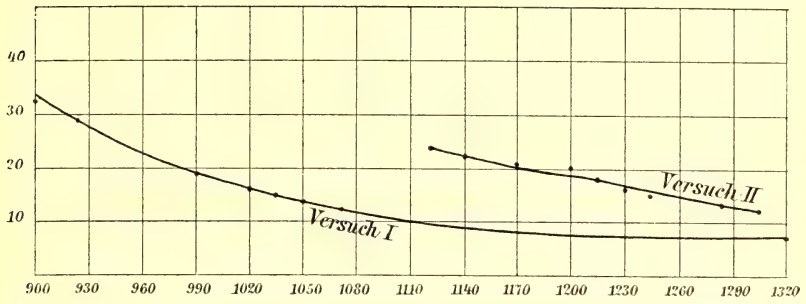


Fig. 4. **Orthoklas (Abkühlung).**

Orthoklas.

Zeit	Temperatur	Widerstand in Ω	Anmerkungen
9h 37m	1135°	1593	
9 48	1154	810	
9 58	1170	473	Tonminimum wenig deutlich.
10 3	1180	316	
10 9	1200	207	
10 15	1210	134	
10 16	1220	110	Tonminimum schärfer.
10 21	1230	78	Bei längerem Konstantbleiben der Temperatur fällt hier der Widerstand von 78 auf 38 Ω.
10 23	1230	61	
10 30	1230	44	
10 35	1230	38	
10 38	1240	31·6	
10 46	1260	23·3	Tonminimum niemals scharf.
10 48	1265	21·7	

Zeit	Temperatur	Widerstand in Ω	Anmerkungen
$10^h\ 54^m$	1270°	18·3	
10 55	1280	16·9	
10 57	1280	16·6	
10 59	1280	16·5	Tonminimum niemals scharf.
11 10	1280	14·7	
11 12	1290	13·5	
11 20	1300	12·7	

Abkühlung des Orthoklas.

Zeit	Temperatur	Widerstand in Ω	Anmerkungen
$11^h\ 20^m$	1300°	12·7	
11 23	1290	13·6	
11 24	1280	13·8	
11 28	1250	15·6	
11 30	1240	15·9	
11 35	1230	16·7	
11 37	1220	17·15	
11 37	1210	20·5	
11 43	1200	20·9	Schmelze noch nicht fest.
11 48	1180	21·9	
11 49	1160	21·9	
11 49	1150	23·4	
11 54	1140	23·4	Schmelze hier ganz fest.
11 54	1120	26·6	

Versuch III. Bei diesem Versuche war der Tiegel ganz voll, die Einwage betrug 15·75 *g*. Das Pulver war möglichst gepreßt worden. Die Beobachtungsreihe begann bei 300° und zeigt sich ein enormer Widerstand von 990100 Ω, in welchem auch der Widerstand des Tontiegels inbegriffen ist. Immerhin wurde eine Spur von Leitfähigkeit bemerkt. Es mag daran erinnert werden, daß nach Pelletier Orthoklas schon bei normaler Temperatur leiten soll.

Bei 400° beträgt der Widerstand 890900 Ω, der bei 450° bereits auf 101100 Ω, bei 560° auf 92086 Ω fällt.

Bei 600° wird ein starkes Fallen auf 29702 Ω beobachtet und nun folgt bei 800° wieder ein rapider Fall auf 14811 Ω. Hierauf geht die Widerstands-Temperaturkurve sehr allmählich auf 11500 Ω bei 1075° und rascher auf 4181 Ω bei 1100°.

Die weiteren Zahlen folgen aus der Tabelle. Daraus geht hervor, daß ein starker Fall bei 1185° stattfindet und bei dieser Temperatur beginnt der Schmelzprozeß, zwischen 1225 bis 1240° ist die Schmelze weich, wenn auch sehr zäh, und hier ist der Widerstand nur mehr sehr gering. Weiterhin erfolgt nur noch ein langsames Fallen bei 1320°, so daß die Kurve nahezu horizontal verläuft. Die Kurve steht in Übereinstimmung mit jener, die bei Versuch II erhalten wurde (vergl. in Fig. 5 die obere Kurve).

Orthoklas (Fig. 5).

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
$2^h\ 30^m$	395°	890900	Tonminimum sehr undeutlich.
2 45	450	101110	
3 —	560	92086	
3 16	610	29702	
3 30	700	28041	Tonminimum ziemlich scharf.
3 50	805	14811	
4 30	900	14625	
4 40	1000	13706	

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
$4^h\ 50^m$	1060°	12158	
4 55	1070	11500	Tonminimum ziemlich scharf.
5 5	1100	4181	
5 15	1135	1040·8	
5 20	1140	544	Tonminimum scharf.
5 25	1160	317·5	
5 30	1180	153·67	Das Pulver ist zusammengebacken.
5 35	1200	55·64	Minima etwas weniger scharf.
5 45	1220	25·62	
5 50	1240	15·8	
6 —	1260	10·25	
6 5	1280	8·86	Tonminimum wenig scharf.
6 10	1300	7·54	
6 15	1320	7·09	

Abkühlung des Orthoklases (Fig. 5, untere Kurve).

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
$6^h\ 16^m$	1300°	7·39	
6 18	1280	7·4	
6 19	1260	8·1	Tonminimum wenig scharf.
6 21	1240	8·76	
6 24	1220	9·15	
6 27	1200	9·43	
6 29	1180	10·3	Die Schmelze ist fest.
6 32	1160	10·92	
6 34	1140	11·49	
6 36	1120	12·78	Tonminimum unscharf.
6 38	1100	13·3	
6 40	1060	15	

Abkühlung des Orthoklases.

Wir sahen bei den zwei ersten Versuchen, daß bei der Abkühlung des Orthoklases das Leitvermögen auch bei niedrigerer Temperatur noch ein sehr bedeutendes ist. Die Abkühlung ergab auch hier ein Glas von emailartiger Beschaffenheit. Kristallite konnten darin nicht entdeckt werden.

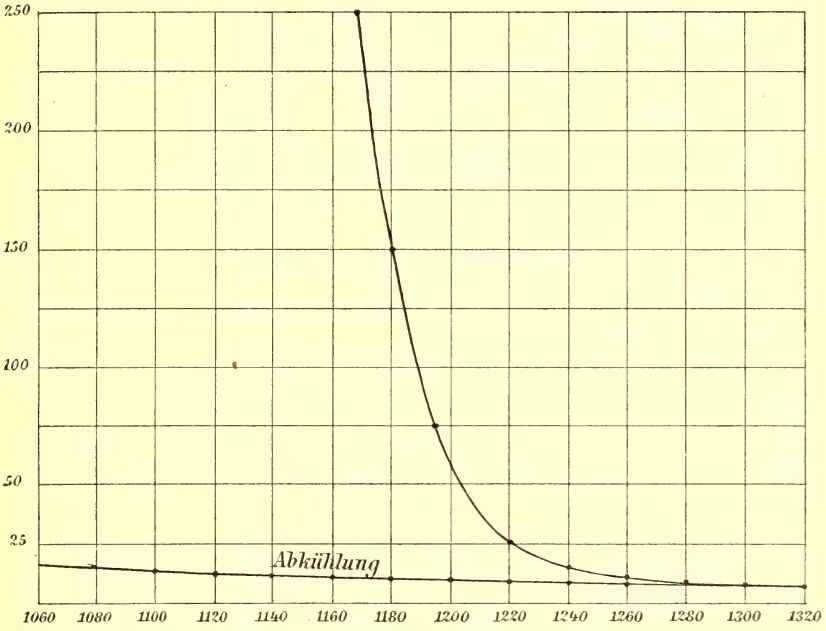


Fig. 5.

Es ergibt sich das überraschende Resultat, daß von 1320 bis 1180° fast gar kein Unterschied sich einstellt, erst bei 1060° beträgt der Widerstand 15 Ω. Dieser Unterschied erstreckt sich aber nicht nur auf die Strecke, die sich auf Pulver bezieht, sondern auch auf die, wo von 1080° eine kompakte Masse vorlag, der Widerstand in der noch halbkristallinen Masse ist zehnmal größer als in der glasigen; dabei ist zu bemerken, daß bei 1100° der glasige Orthoklas bereits erstarrt war. Es handelt sich also nur um den Unterschied Kristall—Glas.

Bezüglich der Wiedererhitzung des glasigen Orthoklases ergeben sich ähnliche Resultate wie bei dessen Abkühlung (vergl. p. 1291).

Augit.

Der angewandte Augit, der zu den ersten Versuchen herangezogen wurde, war der von den Monti Rossi, obgleich dieses Material trotz sorgfältiger Sonderung doch nicht als rein betrachtet werden kann, da es mikroskopische Einschlüsse von Magnetit und von Glas enthält, die nicht ganz entfernt werden können. Da es aber in chemischer Hinsicht einen der in der Natur am häufigsten vertretenen Augite darstellt und auch in großen Mengen zu haben ist, so wurde es zu Versuchen gewählt, um so mehr als diese Augite für die Petrographie einen sehr wichtigen Typus darstellen.

Schmelzpunkt des Augits.[1]

Den Schmelzpunkt dieses Augits hatte ich früher durch zahlreiche Versuche festgestellt, er ist ziemlich scharf und liegt zwischen 1190 und 1200°.[2] Bei den Temperaturmessungen während des Versuches ist zu bemerken, daß der Schmelzpunkt nicht so genau bestimmbar ist und daß, weil das Thermoelement nicht ganz in die Schmelze eintaucht, die Temperaturen zu hoch befunden wurden.

Versuch I mit Arrhenius-Elektroden. Angewandte Menge $10^1/_2$ *g*. Bei 1000° tritt Leitfähigkeit ein, wahrscheinlich sogar noch früher. Bei 1170 bis 1185° tritt ein starkes Fallen des Widerstandes ein von 1560 auf 234 Ω, wohl durch Zusammenbacken des Pulvers, hierauf findet allmähliches Fallen des Widerstandes, bis zwischen 1190 und 1210°, also wohl dem Schmelzpunkt entsprechend, der Widerstand von 234 auf 14 Ω fällt; endlich findet bei 1227°, welches wahrscheinlich der Punkt ist, bei welchem die Schmelze sehr flüssig ist, noch ein kleineres plötzliches Fallen auf 6·4 Ω statt. Von da an findet eine sehr geringe Veränderung in der Leitfähigkeit statt.

---

[1] Bezüglich der chemischen Zusammensetzung vergl. die Analyse von Ricciardi. Gazetta chimica ital. (1881), 183.

[2] Silikatschmelzen I und IV.

Augit (horizontale Elektroden).

Zeit	Temperatur	Widerstand tn Ω	Anmerkungen
9h 5m	1070°	2987	
10 14	1130	2300	
10 35	1160	1560	
10 44	1190	234	
10 48	1190	164	
11 10	1210	14·7	
11 10	1220	11·8	Minimum sehr scharf.
11 31	1230	6·2	
11 35	1240	6·2	
11 43	1250	6·15	

Abkühlung des Augits.

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
11h 46m	1190°	8	
11 48	1180	9·3	Minimum scharf.
11 49	1170	10·3	
	1140	14·4	
	1130	16·8	
	1125	18·1	Minimum weniger scharf.
	1115	23·8	
	1090	49·2	
	1080	100	
	1070	156	Unscharfes Minimum.
	1050	277	

Die Schmelze ist hier als Gemenge von Glas und Augitmikrolithen erstarrt. Sehr merkwürdig war hier die Wahrnehmung, daß trotz der geringen Elektrodendistanz das Tonminimum scharf war.

Bei der Abkühlung findet ganz allmähliche Steigerung statt, die gemessenen Widerstände sind weit geringer als früher, was durch die mikroskopische Untersuchung der erstarrten Schmelze erklärlich ist, denn sie ergab, daß verhältnismäßig nicht sehr viel Kriställchen von Augit vorhanden sind und daß sie zum Teil aus einem gelben, eisenhaltigen Glas besteht; die Leitfähigkeit dieses Glases, welches wir ja als erstarrte Flüssigkeit zu betrachten haben, muß weit geringer sein.

Zu bemerken ist, daß bei 1105° das Tonminimum sehr scharf ist, bei 1085° weniger scharf wird und bei 1065° ganz unscharf wird.

Versuch II mit vertikalen Elektroden. Angewandte Menge 12 *g*, Elektrodendistanz 10·5 *mm*. Der Tiegel war nur halb voll.

Augit.

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
$2^h\ 59^m$	1000°	9286 0	
3 5	1040	6778	
3 24	1100	4780	Minimum unscharf.
3 44	1140	2436	
4 10	1160	1666	
4 10	1185	1409	
4 17	1200	869	
4 26	1210	424	
4 33	1220	186	
4 49	1230	73·9	Minimum ziemlich scharf.
4 54	1240	25·4	
5 14	1250	18·7	
5 23	1260	16·8	
5 26	1270	11·9	

Bei 1000° bemerken wir bereits, wie auch früher, starke Leitfähigkeit, die allmählich fällt, bei 1185 bis 1195° wird ein stärkeres Fallen beobachtet. Wir haben hier einen Knickpunkt der Kurve, welche anfangs ziemlich geradlinig war, dann sich mehr der Horizontalen nähert.

Abkühlung des Augits (Fig. 6).

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
5^h 33^m	1260°	11·2	
	1240	15·2	
5 38	1220	23	
	1210	32·5	
5 41	1200	40	
5 46	1190	67·2	
5 48	1170	100	
5 51	1160	132·5	
5 55	1150	189·8	Minimum unscharf.
	1140	228	
5 58	1130	284	
5 59	1110	365	
6 —	1100	400	
6 01	1085	470·5	
6 02	1060	575	
	1050	587	

Bei der Abkühlung ergaben sich, wie im Falle der Anwendung von Arrhenius-Elektroden, große Unterschiede zwischen Erhitzen und Abkühlen, da ja nicht die ganze Schmelze kristallinisch, sondern ein zwar nur geringer Teil glasig erstarrt war (Fig. 6).

Versuch III mit vertikalen Elektroden (Fig. 7). Angewandt wurden 18 *g*, wobei das Pulver fest gepreßt war. Bei 980° ist die Leitfähigkeit sehr merklich, aber der Widerstand noch sehr groß; die Beobachtung ergab 9841 Ω, von da an fällt

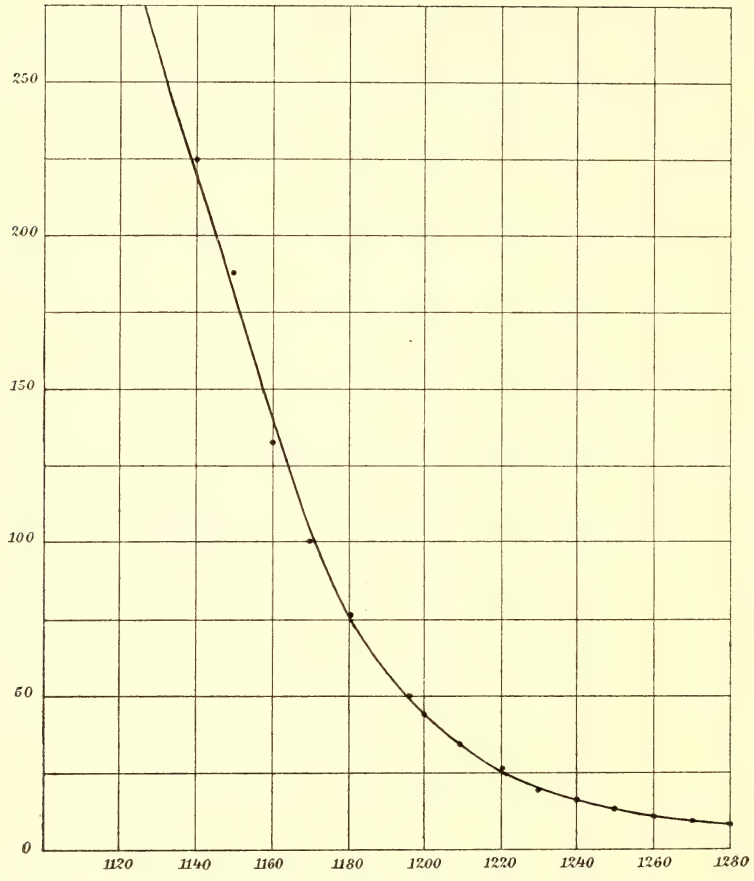


Fig. 6.

der Widerstand regelmäßig bei wenig scharfem Minimum bis 1180°. Es wurde konstatiert, daß dann die Masse oben fest zusammengebacken war und unten etwas wenig weich zu werden beginnt. Hier tritt nun dementsprechend ein Sprung ein, indem der Widerstand von 1118 auf 477 Ω fällt, und nun

erfolgt ein schnelleres Fallen des Widerstandes bei zirka 1190°, bei welcher Temperatur die Schmelze weich zu werden beginnt,

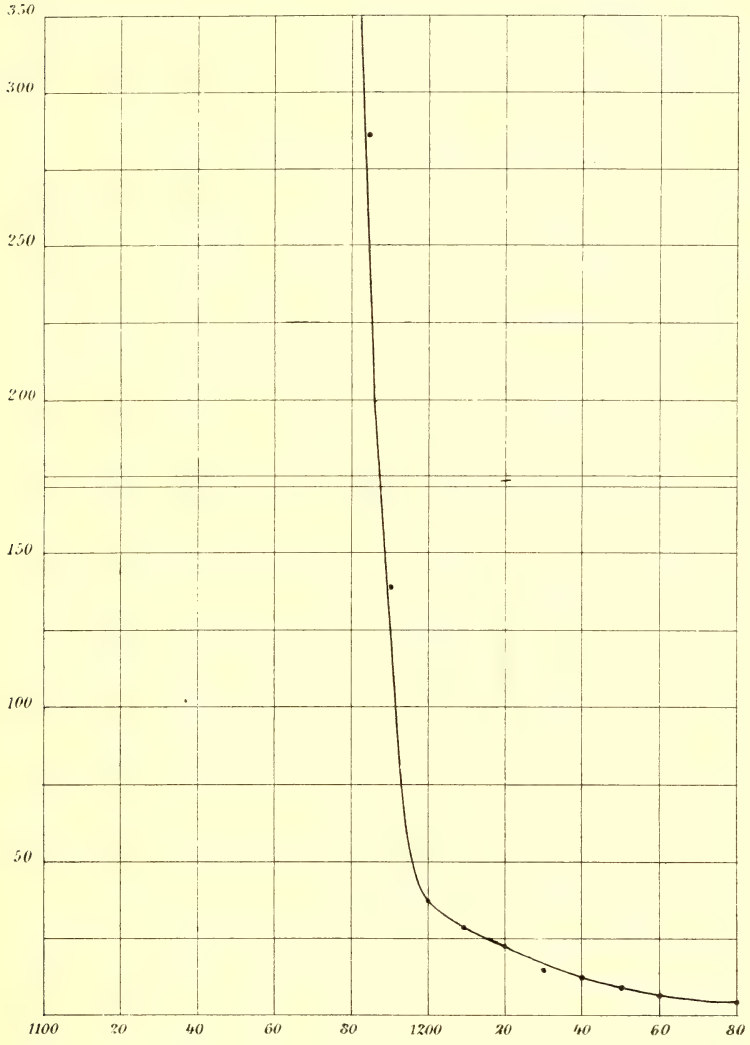


Fig. 7.

aber der größte Sprung ist bei 1210° zu verzeichnen, welche Temperatur etwas über dem Schmelzpunkte liegt, der Widerstand sinkt von 140·2 auf 28·88 Ω. Hier zeigt sich also nach vollkommener Flüssigwerdung eine ganz andere Leitfähigkeit (Fig. 7).

Es stimmt dies mit dem Versuche I überein, bei welchem auch bei 1217 wie bei 1180° plötzliches Abfallen des Widerstandes zu konstatieren war.

Die späteren Veränderungen bei 1260° sind dagegen nur unbedeutende, bei 1270° tritt infolge von Gasblasen eine kleine Erhöhung des Widerstandes ein.

Augit (platinierte Elektroden).

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
4^h —^{m}	980°	9841·3	Wenig scharfes Minimum.
4 5	1000	8315	
4 10	1020	7152·7	
4 20	1050	5361	
4 25	1080	4367·8	
4 35	1100	2936·6	Minimum nicht scharf.
4 45	1130	1813·3	
4 50	1160	1118·6	Schmelze zusammengebacken.
5 —	1180	477·1	Minimum schärfer.
5 5	1185	287·5	Beginn des Weichwerdens.
5 10	1195	140·2	Minimum scharf.
5 20	1210	28·88	
5 23	1220	20·77	
5 30	1225	15·69	Schmelze flüssig.
5 34	1230	11·09	
5 45	1240	7·48	Minimum weniger scharf.
5 55	1250	5·8	
6 —	1260	5·08	
6 5	1270	5·4	

Abkühlung des Augits.

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
$6^h\ 15^m$	1215°	7·54	
6 17	1205	7·66	Wenig scharfes Minimum.
6 19	1200	9·45	
6 21	1180	10·45	
6 23	1175	11·5	
6 25	1160	17·7	Minimum schärfer.
6 27	1145	33·1	
6 30	1135	95·2	Schmelze fast fest.
6 34	1115	172·1	Schmelze ganz fest.
6 36	1105	241·9	Minimum wenig scharf.
6 38	1080	302·4	
6 42	1050	493·4	Minimum unscharf.
6 44	1035	575·8	
6 50	1000	669·5	

Von Wichtigkeit ist nun die Änderung bei der Abkühlung.

Solange die Schmelze flüssig bleibt, ist das Tonminimum sehr scharf; es ist dies der Fall bei 1135°, von da an wird es weniger scharf und bei 1070° ist es ganz unscharf; es wurde konstatiert, daß bei 1135° die Schmelze fast ganz fest, bei 1115° vollkommen verfestigt war. Was nun die Änderung des Widerstandes anbelangt, so bleibt er bis 1145° klein, von da an erfolgt ein schnelleres Ansteigen und von 1115° haben wir etwas beträchtlichere Widerstände, es entspricht dies dem Festwerden; im Flüssigen ist also die Steigerung des Widerstandes mit der Temperatur keine große, wohl trifft dies aber für den festen Zustand zu.

Die Widerstände im Pulver und der zusammenhängenden Kristallmasse sind aber nicht so sehr verschieden, als bei der eben nicht so genauen Untersuchungsmethode an Pulver zu

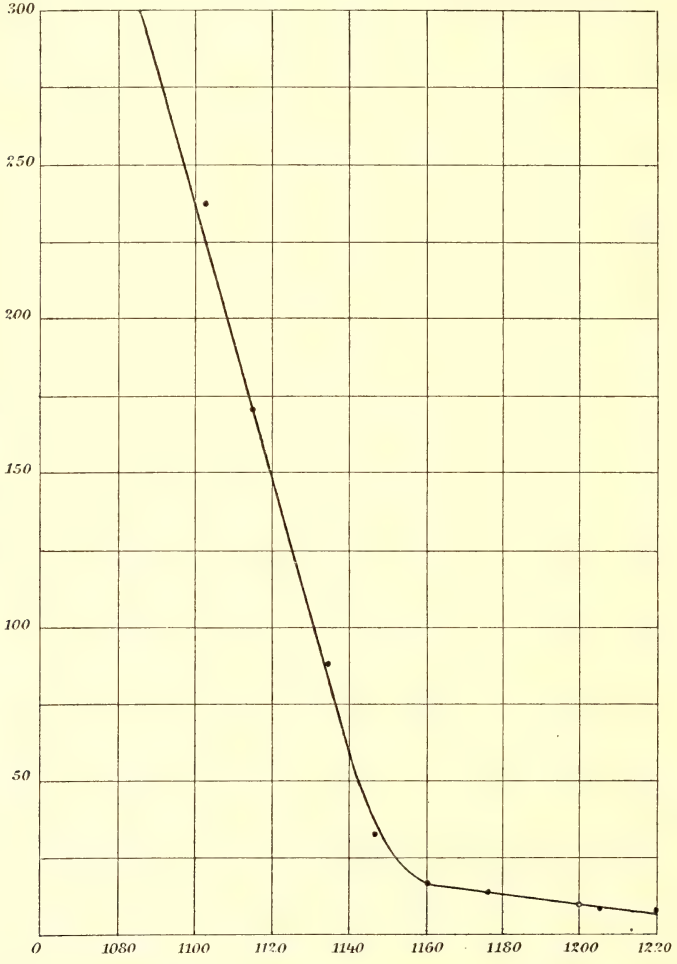


Fig. 8. **Augit (Abkühlung).**

vermuten war; daraus muß man schließen, daß die Leitfähigkeit im festen ungeschmolzenen Augit, der allerdings immerhin noch Spuren von Glas enthält, bei 1100° schon eine ganz bedeutende ist, während sie im Pulver gerade noch kaum merkbar ist.

Dieser Versuch ist nun deshalb von großem Interesse, weil, wie sich bei der Untersuchung der erstarrten Schmelze ergab, diese fast ganz kristallin erstarrte. Wir haben also hier einen Fall, wo wir die Leitfähigkeit der festen Schmelze vergleichen können; es ergibt sich, daß auch in der festen Schmelze die Leitfähigkeit bei der Abkühlung ziemlich geradlinig verläuft und daß die Kurven des Widerstandes in der festen und in der flüssigen Schmelze scharf durch einen Knickpunkt sich unterscheiden.

Vergleicht man die Resultate aller Versuche bei Augit, so sieht man, daß die Kurven einander sehr ähnlich sind; zuerst ein steiles geradliniges Stück, dann ein ziemlich scharfer Knickpunkt und schließlich ein nahezu horizontales Stück, was sich in beiden Fällen dadurch erklärt, daß bei vollkommener Dünnflüssigkeit, also zirka 20° über dem eigentlichen Schmelzpunkte, die Leitfähigkeit sich mit der Temperatur nur mehr wenig ändert, nur tritt dieser Punkt bei vertikalen Elektroden zwischen 1220 und 1225° ein, während er bei Anwendung von Arrhenius-Elektroden auffallend früh, nämlich schon bei 1190 bis 1195° stattfand. Es erklärt sich diese nicht zu vernachlässigende Differenz durch die verschiedene Art der Temperaturmessung bei beiden Versuchen. Im ersten Falle, mit vertikalen Elektroden, berührt das Thermoelement in seiner Hülle noch die Schmelze, gibt also die Temperatur richtiger an (vielleicht etwas zu hoch, siehe p. 1250) als im zweiten Falle; hier war nämlich das Thermoelement auf dem Deckel des verschlosssenen Tiegels angebracht, es dürfte also die Temperatur zu niedrig bestimmt worden sein. Andrerseits bildet das Schutzrohr eine Fehlerquelle wegen seiner schlechten Wärmeleitung.

Hornblende.

Da sich Hornblende von Luckow in großen Mengen beschaffen läßt, so wurde dieses Silikat zu den zahlreichen Vorversuchen angewendet, die nötig waren, um die Methode zu erproben. Obgleich das Hornblendepulver noch mit dem Elektromagneten gereinigt war, so kann doch dieses Material nicht als ganz rein angesehen werden; immerhin ergeben sich interessante Resultate. Sehr auffallend war die etwa 20 bis 30° über

dem Schmelzpunkt eintretende außerordentliche Dünnflüssigkeit dieser Hornblende, die durch dünne Kapillarröhrchen hinaufsteigt und sich wie eine wässerige Lösung aus dem Tiegel ergoß.

Diese Dünnflüssigkeit ist aber eine Quelle von Fehlern, da die enthaltenen Luftblasen die Schmelze auftreiben, so daß von 1200° an Unsicherheit herrscht, wie groß das Volumen der Schmelze ist; es kann daher die spezifische Leitfähigkeit über dieser Temperatur nicht mehr ermittelt werden. Was die

Chemische Zusammensetzung des Materials

anbelangt, so liegt eine Analyse nicht vor, doch dürfte der Ähnlichkeit dieses Hornblendevorkommens mit dem benachbarten von Czernoschin halber kein großer Unterschied zwischen beiden existieren; demnach gehört die Hornblende dem Typus der basaltischen Hornblende mit viel Eisenoxyd und Tonerde an. Die Hornblende[1] von Czernoschin hat einen Tonerdegehalt von 14·31 bis 16·36%, Eisenoxyd 5·81, beziehungsweise 12·37%, Eisenoxydul 1·97 bis 13·34%.

Schmelzpunkt der untersuchten Hornblende.

Da die Schmelzpunkte der Hornblenden mit der chemischen Zusammensetzung stark variieren und schon Unterschiede von 2 bis 3% im Eisen- und Aluminiumgehalte Veränderungen von 50 bis 60° mitbringen, so war es nötig, bei derjenigen Probe, welche zur Bestimmung der Leitfähigkeit diente, eine Schmelzpunktsuntersuchung, und zwar nach derjenigen Methode, welche ich bei Mineralien als die genaueste betrachte, durchzuführen, nämlich unter dem Kristallisationsmikroskop.[2]

---

[1] Hintze, Handbuch der Mineralogie, 1234.

[2] Ich komme hier auf eine Frage zurück, die von Interesse ist, die des Unterschiedes zwischen dem Schmelzpunkte des Pulvers und der Kristalle, welche theoretisch ja verschieden sind (vergl. Küster, Lehrbuch der allgem., physikal. und theoretischen Chemie, p. 234, 1907). Wenn Küster dazu bemerkt, daß bisher nennenswerte Unterschiede nicht bekannt sind, so ist dies für die Silikate nicht richtig, da ich schon früher erwähnte, daß solche Unterschiede vorhanden sind. Bei Orthoklas beträgt er 40°, also 3%, bei Akmit gegen 50°, also 5%.

Hornblende.

Zeit	Temperatur	Beobachtete Veränderungen
5^h —^{m}	1140°	Keine Veränderung.
5 5	1150	Beginn des Schmelzens. Kleine Abrundungen der Kanten an einzelnen Stellen.
5 10	1160	Die Abrundungen mehren sich.
5 15	1165	Stärkere Veränderungen.
5 23	1170	Tropfenbildung in größeren Mengen.
5 30	1170	Ein Teil ist bereits ganz flüssig.
5 35	1170	Fast alles ist zu Tropfen geschmolzen.
5 55	1170	Alles ist zähflüssig.
6 —	1185	Die Flüssigkeit wird stellenweise durchsichtig.
6 10	1195	Die Tropfen sind zu einer dünnflüssigen Masse vereint.

Abkühlung der Hornblende.

Zeit	Temperatur	Beobachtete Veränderungen
6^h 11^m	1185°	Alles noch flüssig.
6 12	1165	
6 13	1150	Vereinzelte Bildung von Mikrolithen (Nadeln).
6 15	1140	Es bilden sich Mikrolithe.
6 16	1130	Glasbildung.
6 17	1125	Alles fest.

Leitfähigkeitsbestimmung.

Versuche mit vertikalen Elektroden.

Es wurden zwei Versuche gemacht, die bezüglich des Abstandes der Elektroden und des Volumens der Schmelze nicht gleich waren, aber bei der Umrechnung in spezifische Widerstände, wenigstens was die Leitfähigkeiten in den Schmelzen anbelangt, gut übereinstimmen; im festen war aus den früher erwähnten Gründen, weil dann der Grad der Pressung nicht übereinstimmen konnte, eine Genauigkeit nicht erreichbar.

Bei dem fester zusammengepreßten Pulver war die Leitfähigkeit größer. Es ergaben sich aber hier Unterschiede bezüglich des Punktes des Eintrittes der großen Leitfähigkeit, indem bei den beiden Versuchen diese Punkte um etwa 20° differieren, ein Unterschied, der wohl so klein ist, daß er nicht in Betracht kommen kann.

Versuch I. Abstand der Elektroden $10^1/_2$ *mm*, Gewicht der Schmelze 13 *g*. Die Beobachtung begann bei 1140°, bei 1160° zirka war das Pulver zusammengebacken, bei 1175° ist die Schmelze weich und bei 1197° zirka ganz dünnflüssig. Nach Abkühlung von 1220° an verblieb die Schmelze im dünnflüssigen Zustande bis unter 1170°, bei 1145° ist sie noch etwas weich, bei 1130° aber ganz fest.

Hiebei zeigte es sich, daß die Leitfähigkeit der erstarrten Schmelze bei 1140° viel größer war als die des Pulvers.

Es sei bemerkt, daß bei diesem ersten Versuche bei 1170° ein Fallen bis 53 Ω eintritt, entsprechend dem Schmelzpunkte; nach dieser Temperatur wird die Schmelze weich; hierauf erfolgt ein Fallen des Widerstandes bei 1190° bis 25·5 Ω. Dagegen zeigt die Abkühlungskurve keinen Sprung, sondern eine allmähliche, aber langsame Steigerung des Widerstandes. Bei 1100° ist die Leitfähigkeit noch eine recht bedeutende, die bei dem umgekehrten Versuchsgange (Erhitzen) erst bei 1170° eintrat; die Abkühlung der Hornblende ergibt hier kein rein kristallines Produkt, sondern ein teilweise glasiges, auch erfolgt die Kristallbildung nicht zur Gänze auf einmal, sondern infolge der Unterkühlung allmählich (Fig. 9).

Hornblende (vertikale Elektroden, Fig. 9, I).

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
$10^h\ 06^m$	1070°	6519	Tonminimum unscharf.
10 17	1090	2030	
10 19	1100	1347	Tonminimum scharf.
10 22	1110	748	
10 28	1125	338	
10 38	1170	53	Schmelze fest zusammengebacken.
10 44	1180	27·7	Tonminimum bleibt scharf.
10 47	1190	25·7	Schmelze ganz weich.
10 52	1195	24·5	Tonminimum scharf.
10 57	1200	23·4	
11 —	1205	23·4	
11 7	1210	23·3	
11 11	1215	23·8	Die Schmelze beginnt auszufließen.

Die Werte bei der Abkühlung sind jedoch belanglos, weil die Schmelze über den Tiegelrand herausgeflossen war.

Versuch II. Angewandte Menge 14·8 *g*. Das Pulver war fest gepreßt worden. Abstand $10^1/_2$ *mm*. Entsprechend der größeren Pressung war schon bei 1070° ein sehr scharfes Tonminimum zu beobachten; bei 1140° war die Masse zusammengebacken, bei 1180° vollkommen flüssig. Bei der Abkühlung war bei 1160° die Masse wachsweich, bei 1140° war das Tonminimum unscharf. Auch hier war bei der Abkühlung die Leitfähigkeit größer als bei dem festen Pulver.

Eine Vergrößerung der Leitfähigkeit beim Erhitzen findet hier ganz plötzlich bei 1165° statt, es ist hier also das Fallen des Widerstandes ein plötzliches und sehr beträchtliches.

Abkühlung der Hornblende, I.

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
11h 27m	1180°	36·2	Ein Teil der Schmelze war über den Tiegelrand gelaufen.
11 30	1175	49·9	
11 34	1160	57·6	
11 38	1145	83·4	Die Schmelze ist noch zäh.
11 40	1140	98	
11 44	1120	124	Das Tonminimum ist unschärfer.
11 46	1110	150	
11 48	1100	182	Tonminimum nicht mehr scharf.
11 52	1070	280	
11 55	1060	320	
11 56	1045	354	
12 01	1005	404	Tonminimum unscharf.
12 05	960	488	

Hiebei macht wie bei Versuch I die Kurve einen Knickpunkt; bei 1190° war die Schmelze ganz dünnflüssig, es tritt keine bedeutende Verringerung des Widerstandes mehr ein; später scheint derselbe sich etwas zu vergrößern, was eine Folge des Ausfließens eines kleinen Teiles der dünnflüssigen Schmelze ist, wobei sich zwischen den Elektroden Luftblasen bilden (Fig. 9, II).

Die Abkühlung ergab bei diesem Versuch ebenfalls wie bei Versuch I ein allmähliches Steigen, doch ist der Widerstand hier bei 1100° größer als im ersten Versuche, was vielleicht zum Teil dem Umstande zuzuschreiben ist, daß bei der Abkühlung bei Versuch II sich mehr kristallinische Teile bildeten als bei Versuch I, entsprechend der langsameren Abkühlung. Es würde dies die wiederholt gemachte Beobachtung bestätigen, daß es nicht der starre Zustand ist, welcher den Leitfähigkeits-

unterschied verursacht gegenüber dem flüssigen, sondern der Unterschied ist im kristallinen, respektive amorphen Zustande begründet.

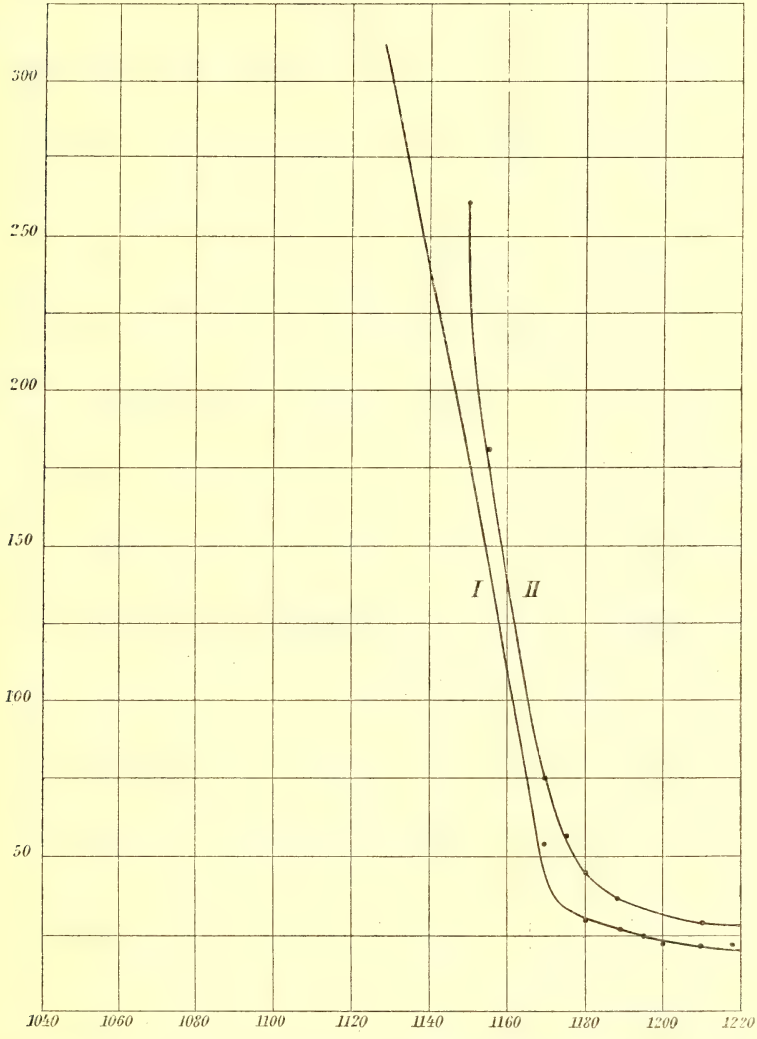


Fig. 9. **Hornblende (vertikale Elektroden).**

Aus der Kurve der Abkühlung zeigt sich, daß eine allmähliche Steigerung des Widerstandes stattfindet und die Kurve verläuft ganz kontinuierlich ohne Knickpunkte.

Hornblende von Lukow (vertikale Elektroden, Fig. 9, II).

Zeit	Temperatur	Widerstand in Ω	Anmerkungen
3h 45m	1145°	213	Unscharfes Minimum.
4 50	1150	261	Das Pulver ist zusammengebacken.
4 21	1155	183	
4 36	1165	75·4	Minimum schärfer.
4 43	1175	55	Die Schmelze ist weich.
5 4	1180	44	Tonminimum scharf.
5 6	1185	42	
5 11	1190	37	
5 17	1195	32	Die Schmelze ist dünnflüssig.
5 25	1200	30·2	
5 31	1210	28	
5 35	1215	26·5	Tonminimum ziemlich scharf.

Abkühlung der Hornblende von Lukow.

Zeit	Temperatur	Widerstand in Ω	Anmerkungen
5h 35m	1210°	29·8	Tonminimum ziemlich scharf.
5 39	1200	33·1	
5 41	1185	39·1	Das Tonminimum wird undeutlich.
5 42	1175	43·5	
5 44	1155	57·5	Schmelze noch flüssig.
5 48	1145	67·2	
5 51	1135	81·8	
5 52	1130	83·8	Schmelze ganz erstarrt.
5 53	1110	93·4	Tonminimum undeutlich.
5 55	1100	100	

Aus dem Bisherigen geht hervor, daß bei gewöhnlicher Temperatur und bei zirka 500° keine Leitfähigkeit vorhanden ist und daß sie im festen Zustand eine geringe ist, aber mit Temperaturerhöhung von jenem Temperaturpunkte aus stetig zunimmt, wobei die Temperaturwiderstandskurve für festes Pulver fast immer nahezu geradlinig verlauft. In der Nähe des Schmelzpunktes tritt nun eine bedeutende Änderung ein, es erfolgt ein rapides Fallen des Wertes des Widerstandes bis zu dem Momente, wo das Silikat ganz flüssig geworden ist, dann ändert sich das Leitvermögen nur noch wenig, die Kurve wird nahezu horizontal.

Die beiden Versuche mit Hornblende ergaben also ganz parallele Kurven, die Knickpunkte sind nur um zirka 10° verschieden, was bei einer Temperatur von 1180° ein sehr kleiner Unterschied zu nennen ist, um so mehr als die Temperaturbestimmung keine sehr genaue war.

Der Knickpunkt liegt bei 1165°, respektive 1175°, entsprechend dem Schmelzpunkte der Hornblende, welche, wie aus dem Versuche hervorgeht, ungefähr bei 1145 bis 1170° schmilzt.

Die Festwerdung erfolgt je nach der Abkühlungsgeschwindigkeit zwischen 1135 bis 1100°.

Erstarrt die Hornblende rasch, so bildet sich viel Glas, erstarrt sie aber langsam, so bilden sich auch Augitnadeln und etwas Magneteisen, die Schmelze erstarrt mehr kristallin, demnach sind auch die Leitfähigkeitskurven sehr verschieden, bei amorpher Erstarrung wird der Widerstand sehr langsam vergrößert, die Kurve ist fast geradlinig und der Widerstand ist viel geringer bei gleicher Temperatur als bei kristalliner Erstarrung, bei dieser wächst der Widerstand, sobald die Schmelze fest ist, sehr bedeutend. Allerdings ist noch der Unterschied zu beachten, daß das Volumen bei Versuch II durch Herausfließen eines Teiles der Schmelze nicht mehr dasselbe war wie beim Erhitzen, die Abkühlungswerte sind daher hier ungenau.

Versuche mit Arrhenius-Elektroden.

Es wurden vier Versuche gemacht, die aber wegen des erwähnten Überlaufens der Schmelze nur bis zu einer gewissen Temperaturgrenze zuverlässig sind.

Was das feste Hornblendepulver anbelangt, so zeigte sich, daß unter 500° bei keinem Versuche eine Leitfähigkeit zu konstatieren war, das würde nicht hindern, daß etwa bei einem Kristallprisma schon früher solche eintreten kann, bei Anwendung von Pulver war jedoch keine wahrzunehmen.

Die Versuche stimmen insofern überein, daß von jener Temperatur von 500, respektive 550° an die Kurve des Widerstandes geradlinig verläuft bis in die Nähe des Schmelzpunktes, jedoch ist zu bemerken, daß zwar die Kurven nahezu parallel gehen, daß sie aber aus dem Grunde nicht ganz zusammenfallen, weil das Pulver nicht gleichmäßig bei den Versuchen gepreßt werden konnte und weil auch das Volumen der Schmelze über der oberen horizontalen Elektrode nicht ganz gleich war. Bei Eintritt der Dünnflüssigkeit tritt immer etwas Schmelze aus dem Tiegel, so daß die Zahlen dann überhaupt keinen Wert mehr haben können.

Diese Versuche sind deswegen nur teilweise brauchbar, weil infolge Ausfließen der Schmelze die Zahlen bei hohen Temperaturen nicht mehr brauchbar sind. Ich will daher nur solche anführen, bei welchen dies nicht stattfand, respektive nur die Widerstände bei niederen Temperaturen anführen.

Die Zahlen sind ja keine genauen, aber sie zeigen auch hier den Verlauf der Kurven.

Vergleicht man Augit mit Hornblende, so findet man ähnlichen Verlauf der Kurven; beide zeigen einen ziemlich kenntlichen Knickpunkt, welcher etwas höher liegt als der Schmelzpunkt.

Was aber die absoluten Werte der Leitfähigkeit anbelangt, so ergeben sie sich aus den spezifischen Leitfähigkeiten. Es erscheint die Hornblende stärker leitfähig als der Augit, da das horizontale Kurvenstück bei niedriger Temperatur bei ersterer beginnt. Bei höheren Temperaturen über 1210° ist wegen des Ausfließens von etwas Schmelze der Vergleich nicht mehr möglich.

Betrachten wir die Kurven von Augit und Hornblende, so finden wir sie, wie zu erwarten, sehr ähnlich; was in beiden auffällt, das ist, daß nach fast ziemlich geradlinigem Verlauf ein Einbiegen des mehr vertikalen Kurventeiles zum horizon-

talen stattfindet. Dieser annähernde horizontale Kurventeil tritt offenbar erst dann ein, wenn alles ganz dünnflüssig ist; der Temperaturkoeffizient ist also kein großer.

Hornblende von Lukow I (Arrhenius-Elektroden).

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkung
2^h 57^m	550°	32659	
3 3	550	30650	
3 8	550	38461	
3 18	580	23300	
3 22	595	18902	
3 39	605	15707	
3 42	620	15575	
3 52	655	10368	
3 59	670	10325	
4 08	710	5625	
4 11	730	4620	
4 18	760	2500	
4 21	800	1890	
4 27	810	1494	
4 30	820	1415	
4 33	870	1248	
4 38	910	1086	
4 41	920	905	
4 45	950	894	
4 52	960	873	
4 54	980	802	
4 57	1000	757	
5 —	1020	737	
5 5	1040	597	
5 10	1060	519	

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkung
$5^h\ 15^m$	1080°	353	
5 22	1100	242	
5 23	1120	209	
5 24	1140	199	
5 33	1160	85	
5 40	1180	28·3	
5 53	1200	16·4	
5 55	1210	12·4	
5 58	1220	9	
6 05	1230	6·7	
Abkühlung der Hornblende von Lukow.			
6 4	1215	6·8	
6 5	1210	7·2	
6 6	1190	7·8	
6 6	1170	8·7	
6 10	1120	15·6	
6 12	1100	21	
6 14	1060	36·1	
6 15	1040	48·8	
6 16	1020	66	
6 18	1000	95	
6 18	980	114	
6 23	940	224	
6 23	920	308	
6 29	900	440	

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkung
6^h 29^m	860°	808	
6 31	760	1127	
6 34	660	2508	
6 45	620	3504	
6 48	600	8691	
7 —	580	11053	

Auch hier haben die Abkühlungswerte geringe Genauigkeit wegen des Austretens der Schmelze; die Erstarrung war hier zum größten Teile kristallin.

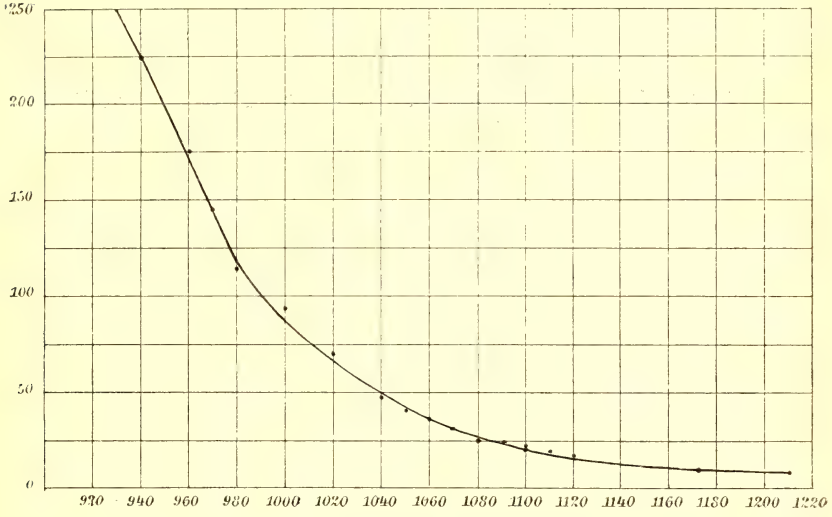


Fig. 10. **Hornblende (Abkühlung).**

Leitfähigkeit des Silikatglases.

1. Orthoklas.

Versuch I. Die geschmolzene Masse, in welcher die Elektroden eingetaucht waren, wurde wieder erhitzt; hier bildete das Glas mit den Elektroden eine vollkommen kompakte Masse. Allerdings ist zu bemerken, daß ein vollkommen ideales Glas wohl nicht vorlag, da auch im Orthoklasglas, welches emailartig aussieht, wohl winzige Kristallite vorhanden sein

können, obgleich solche unter dem Mikroskop nicht bemerkbar waren. Bei den Hornblendeversuchen finden sich in der Tat einzelne Augitmikrolithe, die Masse ist nur zum Teil glasig. Man kann natürlich die wenn auch gepreßten Pulver niemals in Bezug auf ihre Leitfähigkeit mit den kompakten Gläsern vergleichen, aber der Unterschied ist auch bei steigender Temperatur mit jenen Pulvern so gewaltig, daß er auch auf Rechnung der Flüssigkeitsnatur des Glases gesetzt werden kann.

Schon bei 785° findet sich bedeutende Leitfähigkeit, der Widerstand beträgt nun 157·4 Ω, während früher eine Leitfähigkeit überhaupt nicht konstatierbar war; bei 900° beträgt er nur noch 32·6 Ω, bei 990° aber 17·9 Ω, von da an fällt er ganz allmählich auf 10·5 Ω bei 1110°, bei 1200° beträgt er 7·9 Ω, bei 1240° 7·1 Ω, bei 1300° 7·79 Ω.

Demnach ist der Widerstand zwischen 1100 bis 1300° um wenig verändert und ist der Temperaturkoeffizient zwischen 900 bis 1300° ein sehr kleiner.

Versuch II mit Orthoklasglas. Der auf 1320° erhitzte und abgekühlte Orthoklas ist von emailartiger Beschaffenheit. Er wurde samt den Elektroden unter genau denselben Bedingungen wieder erhitzt; es zeigten sich bereits bei 50° Spuren von Leitfähigkeit; während das Pulver bei 380° einen Widerstand von 890900 Ω zeigte, betrug er bei diesem Glas nur noch 27030 Ω, bei 550° ist der Widerstand auf 1198 Ω gesunken gegen 92086 Ω, endlich erfolgt um 600° ein rascheres Fallen und bei 850° beträgt er nur noch 70 Ω. Von 1080° fällt der 17 Ω betragende Widerstand jetzt nur noch langsam, die Kurve wird horizontal, der Temperaturkoeffizient ist sehr gering.

Das Weichwerden der Schmelze erfolgt zwischen 1210 und 1220°; hiebei tritt gar keine Veränderung der Leitfähigkeit ein, die überhaupt auch bei geringerer Viskosität sich kaum mehr ändert, da der Widerstand jetzt annähernd der gleiche bleibt; bei 1300° wurde der Versuch beendet und der Widerstand mit 7·8 Ω gemessen. Zu bemerken ist, daß das Tonminimum bei der starken Dissoziation der Schmelze über 1220° ungenau wird, bis dorthin war es scharf, es war also im Festen schärfer als im Flüssigen (Fig. 11).

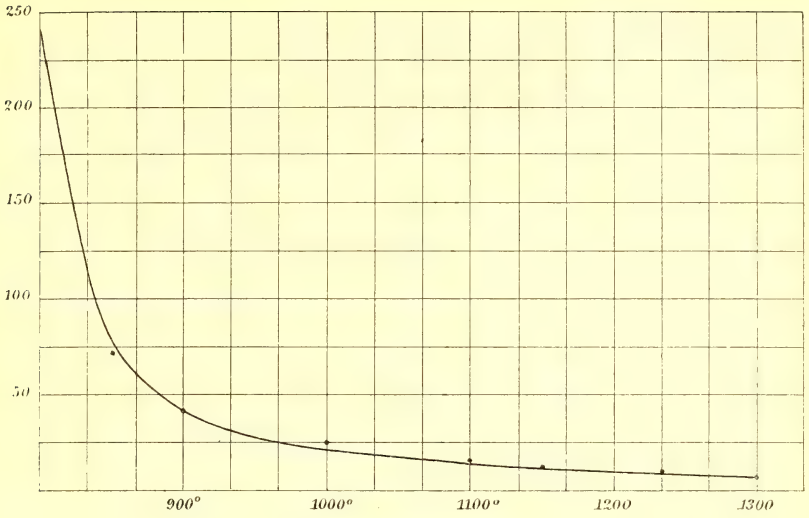


Fig. 11. **Orthoklasglas.**

Orthoklasglas bei niederen Temperaturen.

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkung
11h —m	50°	490000	
	100	323000	
11 30	150	194080	Ziemlich deutliches Tonminimum.
11 40	200	171800	
11 42	320	90000	
	380	27030	
11 45	440	10202	
	480	3698	
12 —	510	2239	
	550	1198	
12 —	600	697·7	
	650	398·5	
12 5	700	260	

Demnach zeigt das Orthoklasglas bei 700° einen Widerstand, wie er bei Pulver bei 1170° ungefähr eintritt.

Orthoklasglas bei höheren Temperaturen (Fig. 11).

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
3^h —^{m}	800°	243	
3 10	850	70	
3 15	900	45	
3 20	950	34	
3 38	1000	25	Ziemlich scharfes Minimum.
3 55	1060	18·8	
4 7	1080	17	
4 13	1100	15	
4 25	1140	12·99	Schmelze noch ganz hart.
4 36	1160	11·3	
4 45	1180	10·7	Die Schmelze erweicht.
4 55	1200	9·7	Minimum weniger scharf.
5 3	1220	9·1	Schmelze ganz weich.
5 16	1240	8·9	
5 29	1260	8·87	Minimum weniger scharf.
5 35	1280	8	
5 40	1300	7·8	Minimum nicht scharf.

Abkühlung des Orthoklasglases (Fig. 12).

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkung
5^h 45^m	1280°	8·0	
5 48	1250	8·9	
5 51	1220	9·6	Minimum nicht scharf.
5 55	1200	10·4	
5 58	1180	11·2	
6 —	1160	11·7	
6 2	1140	12·7	
6 5	1120	13·9	
6 7	1100	14·8	
6 12	1060	17·9	

Die Zahlen stimmen mit Berücksichtigung des nicht scharfen Tonminimums mit jenen bei der Erhitzung gut überein.

Bei der Abkühlung ergaben sich anfangs nahezu dieselben Zahlen wie beim Erhitzen, auch von dem Moment des Festwerdens ändert sich dies nicht, die Kurve ist eine gerade Linie, welche fast parallel der Abszisse ist, jedoch wurde der Versuch nur bis 1060° fortgesetzt.

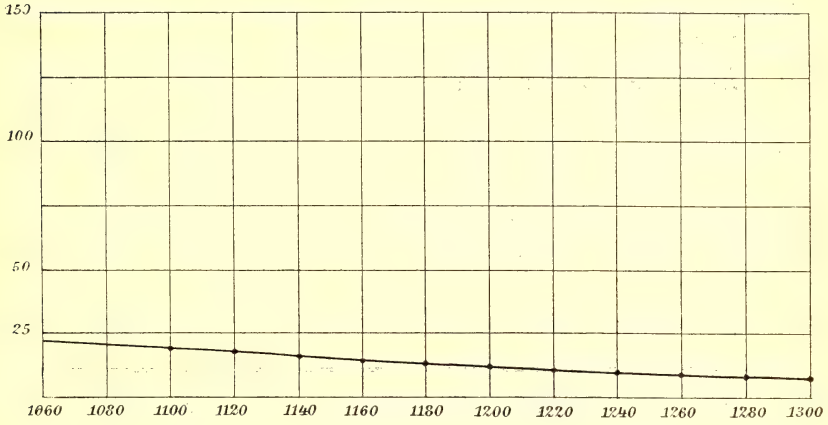


Fig. 12. **Orthoklasglas** (Abkühlung).

Der Vergleich der beiden Versuche mit Orthoklasglas gibt sehr gute Übereinstimmung; genau so wie bei dem ersten Versuche ist die Veränderung der Leitfähigkeit zwischen 1100 bis 1300° eine geringe.

2. Hornblende.

Rasch abgekühlte Hornblende wurde wieder erhitzt und die Widerstände gemessen, doch war, wie aus den anderen Versuchen hervorgeht, kein reines Glas, sondern ein Gemenge aus vorwiegend Glas mit Mikrolithen von Augit und Magnetitkriställchen erhalten worden.[1] Bei 780° war die Leitfähigkeit 309 Ω, bei 880° 182 Ω, bei 980° 114 Ω. Bei 1080° betrug er noch 63·1 Ω, um bei 1100° auf 31·5 Ω zu fallen; von hier fällt

[1] Es ist eine allbekannte Tatsache, daß geschmolzene Hornblende bei langsamer Erstarrung als Gemenge von Augit und Magnetit erstarrt, es hängt dieser Zerfall mit der Dissoziation zusammen.

der Widerstand langsam bis zirka 12 Ω bei 1170°. Daraus geht hervor, daß das Leitvermögen schon bei 1100° ein sehr großes ist und weit größer als dort, wo viele Kristalle sich bilden konnten.

Bei der Abkühlung geschmolzener Hornblende war je nach der Abkühlungsgeschwindigkeit unter sonst gleichen Bedingungen der Widerstand um so größer, je mehr Kristalle sich bildeten.

Ähnliches tritt bei Augit ein; wenn sich viel Glas bildete, war der Widerstand ein viel geringerer als bei starker Kristallausscheidung.

Der Unterschied zwischen der Leitfähigkeit einer kristallinen Phase und jener der amorphen ist bei gleicher Temperatur ein sehr bedeutender.

Halbglasig erstarrte Hornblende von Lukow.

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
3h 14m	570°	—	
3 34	660	1037	Minimum unscharf.
3 39	680	753	
3 41	700	750	
3 51	800	335·11	
3 54	820	259·4	
3 58	840	230	
4 1	860	203·3	
4 6	880	182	Minimum schärfer.
4 9	900	160	
4 13	920	136·3	
4 17	940	133·7	
4 20	960	121·4	
4 23	980	114·8	
4 25	1000	107	Minimum scharf.
4 32	1040	96·8	
4 36	1060	78·8	
4 42	1070	65·5	

Zeit	Temperatur	Widerstand	Anmerkungen
$4^h\ 43^m$	1080°	63·1	
4 46	1085	47·7	
		45·9	
4 50	1100	35·1	
		31·5	
4 55	1110	25·9	
5 —	1120	24	
5 02	1125	20·7	Minimum sehr scharf.
5 04	1130	18·2	
5 07	1140	16	
5 15	1160	12·8	
5 18	1170	12·6	

Bei 1190° Austreten der Schmelze über den Tiegelrand, daher weitere Bestimmungen unmöglich.

Die spezifischen Leitfähigkeiten.

Wie eingangs erwähnt, kann die Genauigkeit der Bestimmung der Leitfähigkeit keine sehr große sein, da mancherlei Fehlerquellen vorhanden sind und kleine Abweichungen in der Elektrodendistanz, sowie die Anwesenheit größerer Luftblasen schon Fehler erzeugen können. Bei verschiedenen Versuchen ist daher die Übereinstimmung keine vollkommene, trotzdem sind die Abweichungen keine solchen, daß die Resultate als unbrauchbare anzusehen wären, immerhin werden sie mehr als provisorische gelten und es wird vor allem die Verbesserung der Untersuchungsmethoden anzustreben sein.

Die Widerstandskapazität des Gefäßes wurde auf die übliche Art mit Lösungen von KCl, NaCl und $MgSO_4$ bestimmt. Es ergibt sich aber zur Berechnung eine Korrektur, herrührend von der Temperatur des Gefäßes während des

Experimentes und hat Poincarré[1] bei ähnlichen Versuchen das erhaltene Leitvermögen mit dem Faktor $(1-K.t)$ multipliziert, wobei K der Ausdehnungskoeffizient des Widerstandsgefäßes und t die Temperaturerhöhung über die bei Bestimmung der Widerstandskapazität des Gefäßes herrschende. Da K bei Porzellan sehr klein ist, so wird der Faktor $K.t$ ebenfalls sehr klein sein und kann bei der geringeren Genauigkeit der Methode, da ja die Schwierigkeit auch darin liegt, dasselbe Volumen für die Schmelze wie bei der Bestimmung der Widerstandskapazität mit Normallösungen zu erhalten, vernachlässigt werden. Überhaupt können also die Zahlen, welche das spezifische Leitvermögen darstellen, nicht als genaue gelten, da auch der Tiegel nicht groß ist und kleine Differenzen in dem Volumen der Schmelze schon Fehler erzeugen, abgesehen von den erwähnten nicht entfernbaren Luftblasen in den Schmelzen und der nicht ganz genauen Temperaturbestimmung, da das Pyrometer nicht vollkommen in die Schmelze eintaucht, sowie auch dem durch die Polarisation entstandenen Fehler.

Es wurden nur diejenigen Messungen benutzt, bei denen der Abstand der Elektroden 10·5 *mm* betrug und bei welchen das Volumen der Schmelze 10 cm^3 war; die Widerstandskapazität betrug bei diesen 0·2222.

Augit.

Temperatur	Leitfähigkeit
1115°	0·000122
1160	0·0001985
1180	0·000771
1200	0·00099
1220	0·00107
1230	0·0043
1240	0·02001
1250	0·0437

Diese approximativen Zahlen ergaben sich aus den Versuchen mit vertikalen Elektroden. Was die Versuche mit horizontalen Elektroden anbelangt, so wurden sie nicht berechnet.

[1] Annales de Chim. et de Phys., *21* (1890), 289.

Hornblende.

Temperatur	Leitfähigkeit I	Leitfähigkeit II
1125°	0·000667	0·000657
1165	0·00409	0·00399
1180	0·00834	0·00891
1200	0·00979	0·01001
1210	0·009999	0·010019

Zu diesen Versuchen ist zu bemerken, daß bei Hornblende über 1200° die Werte viel zu klein sind, weil, wie stets beobachtet wurde, bei dieser Temperatur ein Ansteigen der Schmelze eintrat und sich Hohlräume zwischen den Elektroden bildeten.

Orthoklas.

Temperatur	Leitfähigkeit
1060°	0·00001800
1070	0·00001928
1100	0·0000537
1140	0·000408
1180	0·00144
1200	0·00411
1220	0·00868
1240	0·01469
1260	0·02182
1300	0·02961
1320	0·03133

Orthoklasglas.

Temperatur	Leitfähigkeit
320°	0·00002466
650	0·005555
800	0·009141
850	0·03171
950	0·06521
1080	0·01182

Temperatur	Leitfähigkeit
1100°	0·01481
1160	0·02121
1200	0·023112
1240	0·024967
1300	0·029729

Leitvermögen des Labradorits.

Temperatur	Spezifisches Leitvermögen
1250°	0·000253
1280	0·000571
1300	0·000926
1310	0·001599
1315	0·003472
1320	0·004044
1340	0·005914
1350	0·009404
1380	0·02341

Labradorit ist jedenfalls dasjenige der untersuchten Mineralien, welches das kleinste Leitvermögen zeigt.

Vergleichen wir das Leitvermögen von Orthoklas und Orthoklasglas, so ergibt sich folgendes. Von 1200° sind die bei niederen Temperaturen sehr bedeutenden Widerstände nicht vorhanden, aber selbst bei 1240° ist noch ein größerer Unterschied vorhanden, während bei 1300° dieser nur mehr ganz minimal und innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegt.

Resultate.

Die Leitfähigkeit der Silikate ist vorwiegend von der Temperatur abhängig; bei genügender Temperatursteigerung werden Silikate, die im festen Zustande viele tausende Ohm Widerstand zeigen, fast ebenso leitend wie verdünnte Salzlösungen. Ein Vergleich der Silikate untereinander ergibt, daß der Widerstand bei hohen, allerdings sehr verschiedenen Temperaturen ziemlich klein und für alle nahezu gleich wird. Um daher einen

richtigen Vergleich zu ziehen, müssen die Widerstände untereinander bei bestimmten Temperaturen unter oder über dem Schmelzpunkte verglichen werden.

Der Schmelzpunkt ist entweder ein Knickpunkt für die Temperatur—Widerstandskurven oder es findet in seiner Nähe ein allmähliches Einbiegen statt; allerdings ist immerhin zu beachten, daß die Leitfähigkeit der festen Pulver nicht genau bestimmt ist und daher erst von dem Momente des Zusammenbackens an die Kurve gültig ist.

Wichtiger ist der Übergang aus dem flüssigen Zustand in den kristallinen, welcher aber nur dort vollständig eintritt, wo, wie bei Augit, das Kristallisationsvermögen sehr groß ist. Man sieht aber stets bei den Abkühlungskurven entweder einen scharfen Knick, sobald Kristallisation eintritt, oder ein allmähliches Einbiegen, wenn neben Kristallen sich viel Glas bildet. Wo jedoch eine Schmelze ganz amorph erstarrt, ist ein mehr oder weniger geradliniges Kurvenstück zu beobachten und die Steigerung dieser Geraden ist eine ganz allmähliche; dies trifft bei Orthoklas zu.

Erstarrt ein Körper vorwiegend glasig, so zeigt die Temperatur—Leitvermögenskurve keinen Knick; das beweist, daß die Beweglichkeit der Ionen allmählich abnimmt; in diesem Falle dürfte die Dissoziation im flüssigen und starr-isotropen Zustande wohl keinen bedeutenden Unterschied aufweisen. Wo jedoch beim Erstarren Kristallisation stattfindet, wird die Kurve einen scharfen Knickpunkt haben, bei halbglasiger Erstarrung ist der Knickpunkt wenig deutlich. Im festen Zustand ist dann das Leitvermögen nur ein geringes, vielleicht ist die Dissoziation eine geringe, jedenfalls ist die Beweglichkeit der Ionen sehr klein.

Die Erhöhung der Leitfähigkeit bei Temperatursteigerung kann abhängen:

1. von der Erhöhung des Dissoziationsgrades,
2. von der Erhöhung der Ionenbeweglichkeit, also von der Bewegungsgeschwindigkeit.

Es gibt für Silikate keine sichere Methode, um den Einfluß der beiden Faktoren festzustellen; es ist dies approximativ bei

einigen geschmolzenen Salzen gelungen,[1] obgleich es sich auch bei diesen mehr um Schätzungen handelt.

Die Silikate mit scharfem und jene mit nicht scharfem Schmelzpunkte unterscheiden sich auch bezüglich des Verlaufes der Leitvermögenskurve. Wo, wie bei Augit und Hornblende, ein scharfer Schmelzpunkt vorhanden ist, wird das Leitvermögen sich beim Übergange vom festen in den flüssigen Zustand plötzlich ändern, die Widerstandskurve zeigt einen Knick, wo dagegen, wie bei Orthoklas, Labradorit, kein scharfer Schmelzpunkt vorhanden ist, da wird das Leitvermögen sich mehr allmählich ändern.

Es wäre allerdings noch festzustellen, ob diese Erscheinung bei allen Silikaten mit unscharfem Schmelzpunkt eintritt.

Bei den Silikaten tritt, wie mehrfach erwähnt, häufig kein plötzlicher Übergang aus dem festen in den flüssigen Zustand ein, da die Schmelzgeschwindigkeit eine sehr kleine ist. Bei dem Übergang von flüssigem in den festen Zustand tritt bekanntlich Unterkühlung ein. Die Viskositätsänderung ist niemals eine plötzliche, sondern sie tritt während eines Intervalles von 30 bis 100° ein. Es zeigt sich aber, daß die innere Reibung nicht allein die Ursache der größeren oder kleineren Leitfähigkeit sein kann, da sonst beim Übergang vom flüssigen in den starren Zustand das Anwachsen ein sehr bedeutendes sein müßte, wie auch umgekehrt. Nun zeigt sich aber gerade bei der Abkühlung, daß bei Orthoklas, Hornblende die Kurve der Widerstände lange ziemlich horizontal ist und daß ein Anwachsen erst weit unter dem Schmelzpunkt eintritt, oft erst 200 bis 250° unter diesem; trotzdem war die Schmelze schon längst fest. In der amorph erstarrten Flüssigkeit, welche aber eine ebenso große innere Reibung hat wie ein kristallisierter Körper, ist also die Dissoziation fast gleich der der Flüssigkeit; es kann diese geringe Veränderung der Leitfähigkeit nicht durch die Beweglichkeit der Ionen allein verursacht sein, sondern es findet offenbar eine geringe Abnahme des Dissoziationsgrades statt.

Wo aber der Körper unter dem Schmelzpunkt rasch kristallin erstarrt, ist die Abnahme der Leitfähigkeit eine sehr prägnante,

---

[1] Siehe R. Lorenz Elektrolyse, III, 290.

die Kurve zeigt eine scharfe Richtungsveränderung, hier ist also wohl die Ionenbeweglichkeit maßgebend, im kristallinen Zustande sind die Ionen weit weniger beweglich als im amorphen oder ihre Wanderungsgeschwindigkeit ist unendlich klein; im Kristall können die Ionen nicht so wandern wie im amorphen Zustande.

In Bezug auf die Leitfähigkeit existiert bei höheren Temperaturen zwischen dem isotrop-flüssigen und dem isotrop-festen Zustande nur ein geringer Unterschied, der sich erst bei niedrigerer Temperatur stärker vergrößert.

Ganz anders ist aber die Leitfähigkeit, wenn man den isotrop-festen Zustand bei gleicher Temperatur mit dem anisotrop-festen vergleicht, nur bei niedrigeren Temperaturen dürfte sie nahezu gleich, nämlich nahezu 0 sein, obgleich die Untersuchungen hierüber noch nicht abgeschlossen sind.

Bei einigermaßen höheren Temperaturen ist der Unterschied ein sehr großer.

Aus dem Vergleiche der Leitfähigkeit der Schmelzen und der Gläser geht z. B. bei Orthoklas mit Sicherheit hervor, daß Gläser sich wie Flüssigkeiten verhalten, bei höherer Temperatur ist die Beweglichkeit der Ionen in dem erstarrten Glas noch unter dem Schmelzpunkt dieselbe wie in der flüssigen Schmelze, die Viskosität hat hier keinen Einfluß, da eine Polymerisation beim Übergange vom flüssigen Zustand in den amorphen starren nicht stattfindet, so sehen wir gar keinen Unterschied zwischen Schmelze und Glas. Dieser tritt erst bei niederen Temperaturen zum Vorschein, aber ohne daß die Leitfähigkeits-Temperaturkurve einen Knick zeigen würde.

Poincarré fand auch Beziehungen zwischen Dichte und Leitvermögen der Stoffe. Wenn a den Temperaturkoeffizienten und d die Dichte im geschmolzenen Zustande bedeutet, so ist nach dem genannten Autor das Produkt $a.d$ konstant.

Beziehungen zwischen dem Koeffizienten der inneren Reibung und dem Leitvermögen geschmolzener Salze.

Foussereau hatte bei einer Reihe von Nitraten, bei Zinkchlorid und Kaliumnitrat das Leitvermögen und die innere

Reibung nach der Methode von Poiseuille bestimmt und gefunden, daß der spezifische Widerstand bei verschiedenen Temperaturen desselben Salzes proportional dem Koeffizienten der inneren Reibung sei.

Beziehungen zwischen Viskosität der Schmelze und der Leitfähigkeit sind nun zwar vorhanden und je viskoser die Schmelze, je größer der Widerstand, mit abnehmender Viskosität verringert sich letzterer. Aber es zeigt sich, daß, wenn der Flüssigkeitszustand erreicht ist und die Ionenbeweglichkeit eine bedeutende ist, nur sehr geringe Änderungen mehr eintreten, die Kurven verlaufen fast horizontal; dies zeigt doch, daß diese Schmelzen, da sie ja nur geringen Widerstand mehr haben, stärker dissoziiert sein müssen.

Jedenfalls ist in der Schmelze der Einfluß der Viskosität kein gerade bedeutender. Man kann daher nicht den Unterschied der Leitfähigkeit der erstarrenden Schmelze allein auf Rechnung der Viskosität schieben. Die von Poincarré und Foussereau gefundenen Beziehungen zwischen Viskosität und Leitfähigkeit dürften vielleicht hier nicht ganz zutreffen, sie hatten eben stets kristalline und nicht halbglasige Erstarrung.

Was nun den viskosen Zustand anbelangt, so haben wir allerdings bei allen Arbeiten über Silikatschmelzen dessen Einfluß gesehen, mit diesem Zustande hängt auch die geringere Schmelzgeschwindigkeit der Silikate zusammen, indem die Silikatmasse sich nicht plötzlich an einem bestimmten Temperaturpunkte in Flüssigkeit umwandelt, sondern ganz allmählich. Ein scharfer Schmelzpunkt kommt nur bei sehr wenig Silikaten vor, wie bei Augit, Hornblende; bei diesen zeigt die Viskositätskurve[1] einen scharfen Knick.

Bei den meisten Silikaten ist die Schmelzgeschwindigkeit so klein, daß zwischen dem Beginne des Schmelzens und der Vollendung des Schmelzprozesses ein nicht unbedeutendes Temperaturintervall vorhanden ist. Möglicherweise hängt dieser Umstand, daß kein scharfer Schmelzpunkt vorhanden ist, auch mit der Dissoziation zusammen.

---

[1] Silikatschmelzen III. Diese Sitzungsber., Bd. CXV, 1906.

Was jedoch die Beziehungen zwischen Leitvermögen und Viskosität anbelangt, so können wir kaum annehmen, daß die innere Reibung bei dem glasig-starren und im kristallisierten Zustande sehr verschieden sein wird und können daraus folgern, daß die geänderte innere Reibung nicht allein die Ursache der Vergrößerung des Leitvermögens ist, sondern daß mit der Temperatur wirklich, wie auch bei Lösungen die Dissoziation zunimmt. Dagegen tritt beim Übergang vom amorphen glasigen in den kristallisierten Zustand eine plötzliche Verringerung des Leitvermögens ein, welche allerdings in der verschiedenen molekularen Anordnung begründet ist.[1]

Soweit mir bekannt, ist dies der erste Fall, der in dieser Hinsicht untersucht wurde, denn bei allen geschmolzenen Salzen, mit denen bisher experimentiert wurde, trat der Übergang vom flüssigen Zustand in den kristallisierten oder umgekehrt ein und hier war die innere Reibung sehr verschieden. In Wirklichkeit liegt der Sprung ohne Rücksicht auf Viskosität beim Übergang vom isotropen in den kristallisierten Zustand.[2]

Von Wichtigkeit ist es aber, wie aus den Untersuchungen bei Augit hervorgeht, zu konstatieren, daß dasselbe Silikat in flüssigem oder glasig-starrem und im kristallisiert-festen Zustande andere Leitfähigkeit hat. Der Übergang vom flüssigen in festen kristallisierten Zustand ist hier ein plötzlicher und fällt die Leitfähigkeit ganz bedeutend in der Nähe des Erstarrungspunktes.

Beim Übergang in den glasig-isotropen Zustand ändert sich beim Erstarren nichts und die Abnahme der Leitfähigkeit erfolgt überhaupt ganz allmählich. Hier ist der Einfluß der Viskosität gering.

Auch bei derselben inneren Reibung und nahezu gleicher Härte ist die Leitfähigkeit bei beiden Zuständen sehr verschieden, da aber hier kaum eine Verschiedenheit des Dissoziationsgrades denkbar ist, so haben wir den Unterschied zwischen

---

[1] Vergl. die Literatur bei R. Lorenz, l. c., II.

[2] Bezüglich des Leitvermögens amorpher und kristallisierter Elemente siehe: Tammann, Kristallisieren und Schmelzen; Streintz, Leitvermögen gepreßter Pulver.

beiden Zuständen in der Ionenbeweglichkeit, d. h. in der Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen zu suchen. Im kristallisierten Zustande herrscht nahezu Ruhe, die Ionenwanderung wird meist erst bei hoher Temperatur nahe dem Schmelzpunkt möglich. Im isotrop-festen Zustande können die Ionen auch bei niedrigeren Temperaturen wandern.

Ein merkwürdiger Ausnahmsfall ist aber der des Jodsilbers, welches aus dem flüssigen Zustand in eine früher für amorph gehaltene Modifikation übergeht, ohne daß das Leitvermögen sich ändert (Kohlrausch).

Nach O. Lehmann[1] können in dieser Kristallmodifikation die Ionen wandern und die Wanderung ist deutlich wahrnehmbar. Sowohl bei der Leitfähigkeit des Jodsilbers als der des Quarzes, verursacht durch Natriumsilikat, wandert das Kation. Nach J. Koenigsberger wäre aber die Wanderung bei Jodsilber sekundärer Natur.

Dissoziationsgrad der Silikatschmelzen.

Mit der Bestimmung der Leitfähigkeit der Schmelzen gewinnen wir den ersten Anhaltspunkt, um auf die Dissoziation zu schließen. Aber eine Bestimmung des Dissoziationsgrades bietet große Schwierigkeiten, da zur quantitativen Bestimmung der Ionenkonzentration, wie R. Lorenz[2] ausführt, genauere Methoden fehlen.

Die beiden wichtigsten Methoden, Bestimmung der Ionenkonzentration durch Messung elektromotorischer Kräfte von Konzentrationsketten und Bestimmung von Ionenkonzentrationen aus elektromotorischen Kräften durch Vergleich mit wässerigen Lösungen sind nach R. Lorenz unzuverlässig.

Die Vergrößerung der Leitfähigkeit kann, wie erwähnt, entweder durch Vergrößerung des Dissoziationsgrades mit der Temperatur oder durch die größere Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen in der Schmelze erfolgen oder durch beides; welches der Anteil der Vergrößerung des Dissoziationsgrades oder der Anteil der Wanderungsgeschwindigkeitsvergrößerung ist, läßt sich nicht entscheiden.

---

[1] Flüssige Kristalle, Fig. 334, p. 146.

[2] L. c., III. Teil, 289 bis 311.

Die Möglichkeit der Wanderung der Ionen hängt nun vor allem von dem Aggregatzustande, zum Teil auch von der Viskosität der Flüssigkeit ab; die großen Differenzen in der Leitfähigkeit hängen daher zum größeren Teil von der Beweglichkeit der Ionen ab. Nach R. Lorenz und Poincarré wäre die Zunahme der Leitfähigkeit mehr mit der inneren Reibung, der Dichte und den Ausdehnungskoeffizienten in Zusammenhang zu bringen als mit der Ionenkonzentration. Allerdings ist es doch wahrscheinlich, daß ein wenn auch geringerer Anteil der Zunahme der Dissoziation bei höherer Temperatur zuzuschreiben sein wird.

Eine auffallende Tatsache, die wohl durch die Übereinstimmung der Versuche erhärtet wird, ist der mehrfach erwähnte große Unterschied im kristallinisch-starren und im amorph-starren Zustande. Während beim Übergange vom flüssigen in den kristallinen Zustand das Leitvermögen sehr plötzlich und rasch abnimmt, ist dies beim Übergange vom flüssig-isotropen in den glasig-isotropen Zustand nicht der Fall, das Leitvermögen fällt allmählich und langsam, die Kurve verlauft nahezu geradlinig.

Dissoziation im festen Zustande. Die Leitfähigkeit im festen Zustande ist schwer erklärlich, sie tritt aber bekanntlich bei Kristallen im Quarz ebenfalls ein und wurde dort durch Einschlüsse von Natriumsilikat, die aber an der Kristallstruktur teilnehmen, erklärt. Daß im Glas bei niederer Temperatur Dissoziation stattfindet, ist bei seinem Flüssigkeitsaggregatzustande begreiflich.

Bei unseren Silikaten ist hier der Einfluß der Temperatur ein ganz enormer und er äußert sich auch sehr stark bei dem Beginne des Schmelzens, sinkt aber bedeutend, sobald der Schmelzprozeß vorüber ist, respektive sobald eine dünnflüssige Schmelze vorliegt.

Was nun die Frage der Beweglichkeit der Ionen anbelangt, so können die Versuche einigen Aufschluß geben. Man könnte bei niederen Temperaturen, nämlich bis 500 oder 600°, für die Silikate entweder annehmen, sie seien überhaupt nicht dissoziiert oder aber die Ionen sind unbeweglich, und hiebei

---

[1] Tegetmeyer, Ann. der Phys., *41* (1890), 18.

würde der Zwang, welcher von dem Raumgitter bei Kristallen ausgeht, in Betracht zu ziehen sein.

Wir finden in der Tat zwischen einem festen Kristall und einer erstarrten Schmelze desselben kristallisierenden Stoffes beträchtliche Unterschiede in der Leitfähigkeit für dieselbe Temperatur. Es tritt bei diesen schon bei niederen Temperaturen von 300 bis 400° beträchtliche Leitfähigkeit ein, welche bei der kristallisierten Substanz fehlt. Läßt man z. B. Augit langsam abkühlen, so wird die erstarrte Schmelze bei niedriger Temperatur kaum merklich leiten, während sie bei sehr rascher Abkühlung, also wenn sie mehr glasig-amorph erstarrte, auch bei jenen niederen Temperaturen stärker leitend sind. Man wird dies wohl durch die verschiedene Beweglichkeit der Ionen im kristallisierten und amorphen Zustande zu erklären haben und man könnte außerdem auch etwaige Polymerisation im kristallinen Zustand heranziehen.

Abegg hat auf den Zusammenhang der Dielektrizitätskonstanten mit der Polymerisation hingewiesen.

Bei Silikaten kann beim Übergang vom flüssigen Zustand in den festen anisotropen Polymerisation stattfinden, teilweise können die hohen Widerstände beim Kristallisieren mit Polymerisation in Zusammenhang gebracht werden, doch ist alles nur hypothetisch, auch die Polymerisation der Silikate ist ja nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Man kann auch die Vorstellung aufnehmen, daß im Kristall ebenfalls Zerlegung in Ionen vorhanden ist, dieselben können aber erst bei hoher Temperatur in der Nähe des Schmelzpunktes wandern, während im isotrop-festen Zustande diese Wanderungsmöglichkeit schon bei niedriger Temperatur gegeben ist. Die Bewegung der Ionen wird daher bei ersteren nahezu Null sein. Jedenfalls gewinnt die Anschauung, daß ein Teil der amorphen Körper, nämlich die hyalinen Gläser, nichts anderes sind als Flüssigkeiten von großer innerer Reibung, eine Stütze. Im übrigen ist der amorphe Zustand, der ja noch die Gels und die bisher unerklärten amorphen Elemente enthält, noch einigermaßen rätselhaft.

Daß die Dichte und innere Reibung allein die Unterschiede im Leitvermögen bedingen sollen, scheint mir unwahrscheinlich;

ich möchte auf den Unterschied zwischen amorphem und kristallisiertem Zustande bei der Leitfähigkeit ein großes Gewicht legen. Der amorphe Zustand ist ein Zustand fortwährender Änderung, der kristallisierte ein Ruhezustand.

Vergleich des Leitvermögens bei verschiedenen Silikaten. Aus dem bisherigen Material, das allerdings sehr spärlich ist, folgt, daß bei genügend hoher Temperatur das Leitvermögen gleich wird. Maßgebend ist die Temperatur in der Nähe des Schmelz-, respektive Erstarrungspunktes.

Es folgt aber aus der Berechnung des spezifischen Leitvermögens, daß dasselbe doch geringer bei Labradorit ist als bei Augit oder Orthoklas. Insbesondere ist beim Schmelzpunkte, respektive bei dem oberen Punkte des Intervalls von zirka 1310° der Widerstand doch noch ein ziemlich großer.

Petrogenetische Folgerungen lassen sich erst ziehen, wenn ein größeres Material vorliegen wird. Jedenfalls kann man sagen, daß wohl alle Silikate bei hoher Temperatur elektrolytisch dissoziiert sind. Bei mittlerer Temperatur scheint Orthoklas mehr dissoziiert als Augit oder Hornblende; Labradorit scheint weniger dissoziiert als jene. Wenn wir eine bestimmte, nicht zu hohe Vergleichstemperatur annehmen, so wird das Mineral von höherem Schmelzpunkt weniger dissoziiert sein als jenes mit niederem.

Dies würde mit den Versuchen stimmen, die zeigten, daß einfache Silikate, wie Olivin, Enstatit, Augit, dann auch Labradorit, sich immer wieder beim Umschmelzen ausscheiden, während andere Silikate sich nicht wieder ausscheiden.

Nachtrag. Nach Schluß dieser Arbeit bekam ich Kenntnis von einem sehr interessanten Aufsatze J. Koenigsberger's,[1] in welchem dargelegt wird, daß die elektrolytischen Erscheinungen in kristallisierten Salzen sekundärer Natur sein dürften und daß in diesen festen Körpern Elektronenleitung und nicht elektrolytische Leitung vorhanden ist. Es ergibt sich jedenfalls die Notwendigkeit, die festen Salze in dieser Hinsicht genauer zu untersuchen.

[1] Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik, Bd. IV ,Heft 2, 1907.

Über die Lichtsinnesorgane der Laubblätter einheimischer Schattenpflanzen

von

Dr. **F. Seefried.**

Aus dem botanischen Institute der k. k. Universität in Graz.

(Mit 4 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Juli 1907.)

Obwohl Haberlandt in seiner bekannten Abhandlung über »Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter«[1] eine größere Anzahl von Pflanzen in Bezug auf das Vorkommen epidermaler Lichtsinnesorgane untersucht hat, so mußte es doch sehr wünschenswert erscheinen, nachzuweisen, daß jene Einrichtungen der oberen Blattepidermis, welche diese zur Lichtperzeption geeignet machen, sehr weit verbreitet sind. In der vorliegenden Arbeit sollen demnach die Ergebnisse von Untersuchungen mitgeteilt werden, die ich in dieser Hinsicht an einer größeren Anzahl unserer einheimischen Schattenpflanzen[2] angestellt habe, deren Blätter die fixe Lichtlage deutlich erkennen lassen. Außerdem wurden aber des Vergleiches halber auch die »Schattenformen« von Pflanzen herangezogen, die normalerweise sonnige Standorte bevorzugen. Es geschah dies

---

[1] Leipzig, W. Engelmann, 1905.

[2] Es konnte bei der Kennzeichnung der einzelnen Pflanzen als Schattenpflanzen in der vorliegenden Arbeit nicht immer auf sämtliche charakteristische Merkmale Rücksicht genommen werden; der Plan der Arbeit bringt es mit sich, daß vor allem auf jenes unterscheidende Merkmal geachtet wurde, welches durch das Verhalten der Blätter dem Lichte gegenüber gegeben ist (vergl. Warming, Lehrb. der ökologischen Pflanzengeographie [deutsch von Knoblauch], Berlin, Bornträger, 1896, p. 16).

in Hinblick auf die Bemerkung Haberlandt's,[1] daß überhaupt jedes ausgeprägt dorsiventrale Laubblatt bei entsprechender Intensität der Beleuchtung die fixe Lichtlage zeigen dürfte.

Indem ich den Inhalt der Arbeit Haberlandt's als bekannt voraussetze, will ich bloß in Kürze die einzelnen Typen von Lichtsinnesorganen, wie sie der genannte Forscher unterscheidet, aufzählen.

I. Typus: Die Außenwände der Epidermiszellen sind eben, die Innenwände gegen das Blattinnere zu vorgewölbt; so kommt es auf letzteren bei senkrechter und schräger Beleuchtung zu verschiedener Intensitätsverteilung des Lichtes.

II. Typus: Die Außenwände der Epidermiszellen sind bogig vorgewölbt, die Innenwände eben; infolge der Linsenfunktion der Epidermiszellen kommt es auf den Innenwänden bei senkrechter und schiefer Beleuchtung zu einer verschiedenen Intensitätsverteilung des Lichtes. Als Sammellinsen wirken bei diesem und dem nächsten Typus häufig auch linsenförmige Membranverdickungen oder lokale papillöse Vorstülpungen der Außenwände.

III. Typus:[2] Sehr häufig kombinieren sich die beiden ersten Typen derart, daß sowohl die Außen- als auch die Innenwände bogig vorgewölbt sind, wodurch natürlich die Lichtintensitätsunterschiede noch größer werden; so erweist sich diese Kombination, beziehungsweise die bikonvexe Gestalt der Epidermiszellen als die günstigste Einrichtung zur Perzeption der Lichtrichtung.

IV. Typus: Lokale Lichtsinnesorgane von verschiedenartigem Bau.

Die zur Untersuchung verwendeten Blätter stammten immer von Pflanzen, die an ihren natürlichen Standorten in der Umgebung von Graz beobachtet und gesammelt wurden; immer wurde zunächst festgestellt, ob die betreffenden Blätter sich wirklich in der günstigsten Lichtlage befanden.

---

[1] Vergl. Haberlandt, l. c., p. 126.

[2] Haberlandt beschreibt zwar diese Kombination nicht als einen besonderen Typus, doch will ich sie der Bequemlichkeit der Darstellung halber als III. Typus bezeichnen.

Ich beschränkte mich bei meiner Arbeit auf die anatomische Untersuchung der oberen Blattepidermis und auf die physikalische Prüfung ihrer Eignung zur Lichtperzeption durch den »Linsenversuch«.[1] Physiologische Experimente habe ich nicht angestellt; ist ja doch auf dem Gebiete der physiologischen Pflanzenanatomie für die endgültige Beweisführung die vergleichend-anatomische Untersuchungsmethode ebenso wichtig wie das physiologische Experiment.

Chenopodium hybridum L.

dürfte sich wie die meisten Vertreter dieser Gattung vornehmlich an sonnigen Standorten vorfinden; untersucht wurde von mir eine unter einem Baume wachsende Schattenform, deren Blätter sehr schön in die fixe Lichtlage eingestellt waren. Die anatomische Untersuchung ergab auch die Eignung der Epidermiszellen zur Lichtperzeption.

Der Linsenversuch gelingt sehr gut; wir sehen ein helles, in seinen Umrissen der Form der Epidermiszellen in ihrer Flächenansicht entsprechendes Mittelfeld, das von einer ziemlich scharf abgegrenzten dunklen Randzone umgeben ist (Fig. 1).[2] Die Epidermiszellen sind in der Flächenansicht, wie es meist der Fall ist, ungefähr isodiametrisch, die Seitenwände schwach wellig gebogen. Gegen den Blattrand hin aber wird ihre Form eine regelmäßigere; die meisten sind hier ausgesprochen isodiametrisch, die Seitenwände vollkommen gerade. Beim Linsenversuch entsteht hier auf den Innenwänden der Epidermiszellen ein scharf abgegrenzter heller Lichtkreis (Zerstreuungskreis), der sich von der dunklen Randzone sehr deutlich abhebt (Fig. 2); die Intensitätsunterschiede sind größer als bei den vom Blattrand entfernter gelegenen Epidermiszellen.

Querschnitte geben Aufklärung über den verschiedenen Ausfall des Linsenversuches. Die Epidermiszellen von der Mitte der Spreite gehören zum III. Typus; die Außenwände sind

---

[1] Vergl. Haberlandt, l. c., p. 52 ff.

[2] Diese Figur möge gleichzeitig als Schema für die zahlreichen Fälle gleichen Gelingens des Linsenversuches gelten.

mäßig bogig vorgewölbt; jene Randzellen hingegen haben viel stärker vorgewölbte, oft zu fast kegelförmigen Papillen ausgebildete Außenwände (Fig. 3), die, als stärkere Linsen fungierend, jene scharf begrenzten Lichtkreise auf den Innenwänden entwerfen. Fig. 4 soll den Unterschied im Maße der Vorwölbung der Außenwände der gewöhnlichen Epidermiszellen und jener vom Blattrande darstellen.

Wir haben hiemit einen jener Fälle vor uns, bei denen die für die Lichtperzeption besser eingerichteten Zellen aus gutem Grunde den Blattrand bevorzugen: »denn wenn der Blattrand die Lichtrichtung wahrzunehmen vermag, ist auch für die übrigen Teile der Lamina die fixe Lichtlage gewährleistet«.[1]

Schließlich sei auch, so wie in allen weiteren Fällen, die Beschaffenheit der Cuticula erwähnt.[2] Eine Fältelung oder irgendwie anders beschaffene Struktur derselben hat jedenfalls eine gewisse Störung des Strahlenganges zur Folge. Diese ist aber, wie Haberlandt in zahlreichen Fällen beobachtete und auch hier an manchen Beispielen gezeigt werden soll, so gering, daß sie das Gelingen des Linsenversuches gar nicht störend beeinflußt; auch an den mäßig starken, fälteligen Skulpturen der Cuticula von *Ch. hybridum* ist diese Beobachtung zu machen.

Chenopodium album L.

kommt wohl vorwiegend an sonnigen Standorten vor; an schattigen Plätzen aber erweisen sich die Blätter als ausgesprochen transversalheliotropisch.

Bevor ich zur Besprechung des anatomischen Baues der lichtempfindlichen Epidermiszellen übergehe, will ich ein von A. B. Frank[3] mit dieser Pflanze angestelltes Experiment erwähnen, auf welches auch Haberlandt[4] hinweist und welches mich vor allem veranlaßte, diese wohl eher als Sonnen- denn als Schattenpflanze zu bezeichnende Chenopodiacee in den

[1] Haberlandt, l. c., p. 67.

[2] Haberlandt, l. c., p. 59.

[3] A. B. Frank, Zur Frage über den Transversalgeotropismus und -heliotropismus. Bot. Ztg., 1873, p. 55.

[4] Haberlandt, l. c., p. 88.

Rahmen dieser Untersuchungen einzubeziehen. Frank konnte nämlich mit voller Bestimmtheit nachweisen, daß die Blätter dieser Pflanze, unter Wasser gebracht, bei einseitiger Beleuchtung deutlich heliotropische Bewegungen ausführen. Es können also infolgedessen die Lichtsinnesorgane dieser Pflanze in ihrer Funktion nicht an Linsenwirkung gebunden sein, die unter Wasser ausgeschaltet ist.[1] Tatsächlich gelingt der Linsenversuch gar nicht oder es zeigt sich nur hin und wieder bei genauer Einstellung auf die Innenwand eine sehr schwache, wohl kaum in Betracht kommende dunkle Randzone.

Die Epidermiszellen haben nämlich vollkommen ebene oder nur sehr schwach vorgewölbte Außenwände, eine Linsenfunktion üben sie also nicht oder so gut wie nicht aus. Die Innenwände hingegen erweisen die Zugehörigkeit der Epidermiszellen zum I. Typus (Fig. 5, 6). Gut median getroffene Zellen zeigen durchgehends die Innenwände deutlich zweimal gebrochen, so daß die mittlere Partie der Membran parallel zur Oberfläche des Blattes, die Randpartien schräg zu dieser orientiert sind.

Ich glaube demnach, die obere Laubblattepidermis dieser Pflanze als ein recht gutes Beispiel für die Leistungsfähigkeit der nach dem I. Typus gebauten Lichtsinneszellen hinstellen zu können.

Stellaria nemorum L.

Typische Schattenpflanze mit streng transversalheliotropischen Blättern. Mitunter sind die Beleuchtungsverhältnisse für diese Pflanze — besonders in Felsennischen — so ungünstige, daß der negative Geotropismus des Stengels aufgegeben werden muß; es gelingt der Pflanze nämlich oft erst dadurch, daß der Stengel schräg oder fast horizontal nach einer Seite hin wächst und dazu noch die Blattstiele sich entsprechend drehen, ihre Blattspreiten in eine günstige Lichtlage zu bringen.

Der Linsenversuch gelingt sehr gut; ein helles, wegen der stark gewellten Seitenwände oft fast sternförmiges Mittelfeld ist scharf abgegrenzt gegen eine deutliche, dunkle Randzone.

---

[1] Haberlandt, l. c., p. 86.

In der Querschnittsansicht entsprechen die Epidermiszellen dem III. Typus. In der Nähe der Gefäßbündel und direkt über diesen werden sie beträchtlich größer und besonders aber höher, welch letzterer Umstand bei schwacher Krümmung der Außenwand sich für die Lichtkonzentration auf der Innenwand als vorteilhaft erweist.[1]

Ferner muß ich auf eine weitere, auch später noch öfter zu erwähnende Erscheinung hinweisen. Beim Linsenversuche fällt nämlich auf, daß einzelne Zellen auf ihren Innenwänden folgende Intensitätsverteilung des Lichtes zeigen: eine dunkle Randzone wird ziemlich scharf kreisförmig gegen eine Mittelpartie abgegrenzt; diese erscheint jedoch nicht in ihrer ganzen Fläche gleichmäßig hell, sondern sie ist entweder in der Mitte kreisförmig oder von hier aus durch einen radialen Streifen verdunkelt. Bei tieferer Einstellung erkennt man, daß es sich hier um Haare, respektive Fußzellen von solchen handelt. Wie Fig. 7 zeigt, erheben sich diese bedeutend über die gewöhnlichen Epidermiszellen und sind ihre Außenwände bis zur Ansatzfläche der Haarzelle sehr regelmäßig und ziemlich stark vorgewölbt; der Teil, dem das Haar selbst aufsitzt, ist wieder eben. Die gewölbte Randpartie der Außenwand wirkt also zweifellos wie eine Linsenfläche, so daß sie das Licht zu einem hellen Mittelfeld auf der Innenwand konzentriert; dieses wird aber, je nachdem das Haar gerade oder schief aufsitzt, durch einen Mittelfleck oder einen radialen Streifen verdunkelt. Derartige Haare mit großen papillösen Fußzellen sind in manchen Fällen sicher der Ausgangspunkt für die phylogenetische Entwicklung lokaler Lichtsinnesorgane geworden; solche Fälle hat schon Haberlandt beschrieben *(Fittonia Verschaffeltii, Impatiens Mariannae)* und auch ich konnte bei einigen Pflanzen ähnliche Organe beobachten.

Actaea nigra L.

Die Schattenform besitzt ausgesprochen transversalheliotropische Blätter.

---

[1] Haberlandt, l. c., p. 58.

Der Linsenversuch gelingt trotz der starken fälteligen Skulpturen der Cuticula recht gut. Hin und wieder erscheinen bei etwas höherer Einstellung, also nicht mehr auf die Innenwände der Epidermiszellen fallend, scharf konturierte Lichtkreise. Diese Erscheinung ist folgendermaßen zu erklären: Die Mehrzahl der Epidermiszellen ist nach dem III. Typus gebaut; einzelne aber besitzen Außenwände, die nicht einfach bogig vorgewölbt sind, sondern die in der Mitte eine etwas stärkere, fiach-kegelförmige Papille oder Kuppe ausbilden, die zweifellos stärkere Linsenwirkung zeigt. Wegen der zu geringen Höhe der Zellen aber kann auf der Innenwand kein deutliches Bild der Blendenöffnung entstehen; zu einer stärkeren Lichtkonzentration in der Mitte der Innenwand kommt es aber ganz gewiß, ein Umstand, der sich für die Lichtperzeption sicher als vorteilhaft erweist. Ganz ähnliche Zellen hat Haberlandt auch bei *Tropaeolum majus*[1] beobachtet.

Aquilegia vulgaris L.

Meist typische Schattenpflanze; fixe Lichtlage der Blätter sehr deutlich.

Der Linsenversuch liefert ein überraschend schönes Bild (Taf. IV, Fig. 1): in jeder Epidermiszelle sieht man auf der sonst dunklen Innenwand einen scharf abgegrenzten hellen Zerstreuungskreis von mäßiger Größe; die Zellen sind isodiametrisch, ihre Seitenwände schwach gewellt.

Die Seitenwände und die schwach eingesenkten Innenwände zeigen am Querschnitte nichts Auffallendes. Die mäßig vorgewölbten Außenwände nehmen vom Rande gegen die Mitte zuerst allmählich, schließlich aber ziemlich rasch an Dicke zu und stülpen sich hier nach außen vor; so entstehen scharf abgesetzte Papillen (Fig. 8 bis 10), deren Wände an der Außenseite stärker gekrümmt sind als an der Innenseite; auf diese Weise begünstigt auch die Form der Wandverdickung die Lichtkonzentration. Die vorzügliche optische Leistungsfähigkeit dieser Papillen wird durch den Linsenversuch erwiesen.

---

[1] Haberlandt, l. c., p. 66.

Behandelt man Querschnitte mit Chlorzinkjod, so erkennt man, daß die Cuticula über der ganzen Papille und besonders an der Stelle ihrer höchsten Erhebung stärker verdickt ist und sich sehr intensiv färbt; die Hauptmasse der Papillenwand besteht aber aus Cellulose, die cutinisierten Schichten sind ebenfalls etwas verstärkt. Die Verdickung der Cuticula muß wegen ihres jedenfalls starken Lichtbrechungsvermögens die Linsenwirkung der ganzen Papille selbstverständlich etwas steigern.

Nicht immer sind in den Außenwänden derartig geformte Papillen zu beobachten; ich fand nämlich bei einem Individuum, das ich auf einem sehr schattigen Standorte, in einer Gebirgsschlucht, sammelte, in jeder Außenwand der Epidermiszellen der Blattoberseite eine regelmäßig bikonvexe Membranverdickung (Fig. 11 bis 13). Mit Chlorzinkjod behandelt, zeigten diese Linsen dieselbe chemische Beschaffenheit wie die Papillenwände.

Auffallend ist es zunächst, daß auch die Epidermiszellen der Blattunterseite[1] in ihren Außenwänden optisch wirksame Papillen besitzen. Die genauere Untersuchung läßt aber doch einen Unterschied im Baue der Epidermiszellen der Ober- und Unterseite des Blattes erkennen. Bei letzteren findet man oft unregelmäßig ausgebildete Papillen und — was beim Linsenversuche sofort auffällt — sie sind hier nicht so regelmäßig in der Mitte der Außenwand wie oberseits, sondern meist exzentrisch gelagert (Fig. 14).

Die Cuticula ist vollkommen glatt, jedoch von einem feinkörnigen, die Benetzung des Blattes verhindernden Wachsüberzug bedeckt (Fig. 15).

Anemone Hepatica L.

Typische Schattenpflanze, Blätter ausgesprochen transversalheliotropisch.

Stellt man den Linsenversuch mit Schnitten von der Mitte der Spreite ausgewachsener Blätter an, so bemerkt man, daß

---

[1] Bezüglich des Vorkommens von papillösen Epidermiszellen auf der Blattunterseite vergl. Haberlandt, l. c., p. 125.

die hier befindlichen Epidermiszellen fast gar nicht oder nur in sehr geringem Maße als Sammellinsen fungieren; die Epidermiszellen noch junger Blätter[1] von gleicher Stelle der Spreite sind durchgehends zur Lichtperzeption geeignet und zeigen wieder den gewöhnlichen Bau des III. Typus. Nimmt man aber zum Linsenversuche Schnitte vom äußersten Blattrande, so erhält man recht typische Bilder: die Innenwände der großen, in der Flächenansicht fast sternförmigen Epidermiszellen erscheinen ganz verdunkelt mit Ausnahme eines kleinen, hellen und sehr scharf abgegrenzten Lichtkreises, der noch von einem schwachen Lichthof umgeben ist (Taf. IV, Fig. 2).

Auch hier wieder werden die Lichtkreise durch die Linsenwirkung regelmäßig ausgebildeter Papillen in der Mitte der Außenwände bewirkt (Fig. 16). Diese sind gegen die Mitte hin schwach vorgewölbt (Lichthof!), bis unmittelbar zur Papille fast durchaus gleich dick; die Papillenwand ist aber beträchtlich verdickt, was auch für ihre Cuticula gilt.

Die Breite der Randzone der Lamina, die Lichtsinneszellen besitzt, mißt ziemlich regelmäßig 0·4 bis 0·6, also durchschnittlich 0·5 *mm*. Doch nicht nur die Epidermiszellen der bezeichneten Zone, auch die des Randes im engeren Sinne und ferner auch die einer höchstens 0·2 *mm* breiten und teilweise unterbrochenen Zone der Unterseite (Fig. 18) haben in ihren Außenwänden Papillen ausgebildet. Doch zeigt sich auch hier wie bei *Aquilegia* ein deutlicher Unterschied im Bau der Zellen auf Ober- und Unterseite des Blattes; letztere sind längsgestreckt und die Papillen befinden sich nicht in der Mitte ihrer Außenwände, sondern sind meist stark exzentrisch gelagert (Fig. 19); wieder also sind diese Zellen an jenen Stellen des Blattes, wo sie für die Lichtperzeption nicht in Betracht kommen können, unregelmäßig, nicht typisch ausgebildet und außerdem zeigt — wie schon oben erwähnt — nicht jede Epidermiszelle eine Papille.

---

[1] Vergl. Haberlandt, l. c., p. 98 ff.

Anemone nemorosa L.

Typische Schattenpflanze mit transversal eingestellten Blättern.

Epidermiszellen nach dem III. Typus gebaut, Vorwölbung der Außenwände nicht stark, weshalb beim Linsenversuche die dunkle Randzone ziemlich schmal erscheint; die Abgrenzung dieser gegen das helle Mittelfeld jedoch ist recht scharf. Die Cuticula zeigt körnelige Struktur.

Ranunculus platanifolius L.

Schattenpflanze, Blätter ausgesprochen transversalheliotropisch.

Die Außenwände der Epidermiszellen sind hier eben, die Innenwände bogig oder gebrochen gegen die Palisaden vorgewölbt: I. Typus (Fig. 20).

Ranunculus lanuginosus L.

hat als Schattenform seine Blätter sehr gut in die fixe Lichtlage eingestellt.

Der Linsenversuch gelingt gut; die Epidermiszellen sind nach dem III. Typus gebaut, die Wände beiderseits sehr regelmäßig vorgewölbt; besonders gilt dies an vielen Stellen für die stark gebrochenen Innenwände (Fig. 21).

Die Cuticula ist vollkommen glatt.

Thalictrum aquilegifolium L.

Die Blätter dieser Pflanze sind je nach den Standortsverhältnissen als panphotometrisch oder als euphotometrisch zu bezeichnen. Sehr häufig findet man dieses *Thalictrum* im Schatten von Gebüschen an Bachrändern, wo dann die Blätter ihre Spreiten senkrecht gegen die einfallenden Lichtstrahlen richten.

Der Linsenversuch gelingt gut; die Epidermiszellen sind ihrem Baue nach zum II. Typus zu stellen (Fig. 22), ihre Außenwände sind regelmäßig bogig vorgewölbt, die Innenwände meist vollkommen eben. Einzelne Zellen zeigen so wie

bei *Actaea nigra* die für die optische Wirksamkeit vorteilhafte Ausbildung von »Kuppen« in der Mitte der Außenwände.

Stellt man den Linsenversuch mit Schnitten von solchen Stellen der Spreite an, wo sich ein Gefäßbündel verzweigt, so zeigt sich ein auffallendes Bild: drei bis fünf Epidermiszellen, die gerade über der Verzweigungsstelle liegen, lassen auf ihren sonst dunklen Innenwänden einen hellen, scharf begrenzten Lichtkreis erkennen (Fig. 23). Verursacht wird dieser, wie Querschnitte lehren, durch die Linsenwirkung der stark und regelmäßig vorgewölbten Außenwand (Fig. 24); die Innenwände sind eben oder einmal gebrochen. In der Flächenansicht sind diese Zellen isodiametrisch oder nur wenig längsgestreckt; die benachbarten Zellen sind nach der Richtung des Bündelverlaufes beträchtlich gestreckt und haben ebenfalls bogig vorgewölbte Außenwände; demzufolge entstehen auf ihren Innenwänden auch Lichtfelder, die aber bandförmig und gegen die dunkle Randzone nicht scharf abgegrenzt sind.

Da über allen Verzweigungsstellen der Bündel auf der Blattoberseite diese Erscheinung zu beobachten ist, dürfte ihr wohl eine besondere Bedeutung für die Perzeption des Lichtreizes zuzuschreiben sein. Vielleicht ist ihre Anordnung an solchen Orten wegen der unmittelbaren Nähe der Bündel, in denen wohl jedenfalls die Erregungsleitung zu dem die heliotropischen Bewegungen ausführenden Blattstiel erfolgt, besonders günstig.

Schließlich sei erwähnt, daß ein Wachsüberzug die Benetzung der Spreite verhindert.

Cardamine trifolia L.

Schattenpflanze, die ihre Blätter immer gut in die fixe Lichtlage bringt.

Der Linsenversuch fällt sowohl mit Epidermen von jungen als auch von ausgewachsenen Blättern gut aus; ich erwähne dies deshalb, weil die älter werdenden Blätter infolge der starken Verdickung der Außenwände der Epidermiszellen »ledrig« werden; eine chemische Veränderung der Wandsubstanzen hat hiebei nicht statt.

In der Flächenansicht haben die Epidermiszellen die gewöhnliche Form, sie sind isodiametrisch, ihre Seitenwände gewellt. Die Zellen der noch im Wachsen begriffenen Epidermis sind nach dem III. Typus gebaut (Fig. 25); im ausgebildeten Zustande zeigen sie am Querschnitt eine besondere, in dieser Arbeit noch einigemal zu erwähnende Form, die ich wegen ihrer Auffälligkeit als einen eigenen Subtypus des III. Haupttypus bezeichnen möchte (Fig. 26). Der Zellrand ist ringsum niedrig, gegen die Zellmitte zu aber wölben sich sowohl die Außen- als auch die Innenwände rasch und an den einander gegenüber gelegenen Stellen in gleichem Maße bogig vor; die Zelle als Ganzes erhält hiedurch die Gestalt einer bikonvexen Linse mit dünnem, schmalem Rande; es fungiert also nicht die ganze Zelle als Sammellinse und Perzeptionsorgan, sondern bloß ihr mittlerer Teil.

Saxifraga rotundifolia L.

Typische Schattenpflanze, Blätter deutlich transversalheliotropisch.

Die Epidermiszellen sind in der Flächenansicht isodiametrisch, die Seitenwände nur schwach wellig gebogen. Der Linsenversuch gelingt gut; besonders deutlich ist hier bei drehender Verschiebung des Spiegels die entsprechende Veränderung der Lage des Lichtfeldes auf der Innenwand zu beobachten; die Zellen gehören dem III. Typus an; sehr auffallend ist immer die Vorwölbung der Innenwand. Die Cuticula ist vollkommen glatt.

Zahlbrucknera paradoxa Rchb.

Typische Schattenpflanze, Blätter immer schön in die fixe Lichtlage eingestellt.

Der Linsenversuch gelingt gut; die dunkle Randzone ist zwar meist verhältnismäßig schmal, ihre Abgrenzung gegen das helle Mittelfeld aber eine sehr scharfe. In der Flächenansicht sind die Epidermiszellen fast sternförmig; die Außenwände sind entweder einfach bogig vorgewölbt oder bilden in

der Mitte auch noch flach-kegelförmige Papillen aus. Die Innenwände sind teils gegen die Palisaden vorgewölbt, teils aber auch eben, so daß hier sowohl Zellen des II. als auch des III. Typus vorliegen.

Aruncus silvester Kostel.

Schattenpflanze mit ausgesprochen transversalheliotropischen Blättern.

Die Epidermiszellen sind verhältnismäßig klein, beim Linsenversuche gut optisch wirksam; gebaut sind sie wieder nach dem III. Typus; die Vorwölbung der Außen- und Innenwände ist eine regelmäßige. Die Cuticula erscheint gekörnelt.

Geranium phaeum L.

An schattigen Standorten (Waldesrändern) erweisen sich die Blätter dieser Pflanze als typisch transversalheliotropisch.

Der Linsenversuch gelingt gut. Die Außenwände der Epidermiszellen sind regelmäßig vorgewölbt; auch die Innenwände sind, wenn auch nicht immer typisch, gegen das Mesophyll vorgewölbt, so daß die Bauart dieser Zellen einen Übergang zwischen dem II. und III. Typus darstellt. Die Cuticula ist fast ganz glatt.

Das Blatt dieses *Geranium* ist bekanntlich reichlich behaart; die Haare sind von einem Kranze von Postamentzellen umgeben, welche in ihren Außenwänden zwar nicht typisch ausgebildete, aber ähnliche Papillen besitzen, wie wir sie z. B. bei *Anemone Hepatica* gesehen haben. Da die Außenwände der Postamentzellen meist schief zur Blattfläche orientiert sind, läßt sich natürlich an den für den Linsenversuch abgetragenen Schnitten die optische Wirksamkeit dieser Papillen nicht gut beobachten.[1]

Geranium Robertianum L.

Die Schattenform dieser Pflanze zeigt ihre Blätter immer gut in die fixe Lichtlage eingestellt.

---

[1] Ich werde auf das eben Erwähnte noch öfter hinzuweisen haben und darauf besonders bei *Galium cruciata* und *Gampanula Trachelium* zurückkommen.

Der Linsenversuch gelingt gut. Die Epidermiszellen gehören dem III. Typus an; die Vorwölbung der Innenwände ist meist besonders deutlich.

Impatiens noli tangere L.

Typische Schattenpflanze mit streng transversalheliotropischen Blättern.

Der Linsenversuch gelingt sehr gut. Die Epidermiszellen sind in der Flächenansicht verhältnismäßig klein, isodiametrisch, ihre Seitenwände vollkommen gerade. Die Außenwände sind meist so stark papillös vorgewölbt, daß auf der Mitte der Innenwände scharf abgegrenzte helle Zerstreuungskreise entstehen; die dunkle Randzone ist immer ziemlich breit. Die Innenwände sind eben, nur hin und wieder am Rande schwach geknickt. Diese Zellen respräsentieren also den II. Typus. Ein feinkörniger Wachsüberzug verhindert die Benetzung des Blattes.

Impatiens parviflora D. C.

ist bei uns zwar nicht einheimisch, doch kommt sie so häufig verwildert vor, daß ich sie gleichfalls berücksichtigte. Sie ist als typische Schattenpflanze zu bezeichnen, ihre Blätter sind immer sehr schön in die fixe Lichtlage eingestellt.

Der Linsenversuch gelingt sehr gut; auffallend ist die besonders scharfe Abgrenzung des hellen, infolge der Form der Epidermiszellen fast sternförmigen Mittelfeldes gegen die mäßig breite, sehr dunkle Randzone. Wie Querschnitte lehren (Fig. 27), ist die Ursache dieser Erscheinung die, daß die Außenwände der Epidermiszellen in der Mitte nur schwach nach außen gebogen, gegen den Rand hin jedoch sehr stark abgerundet sind, hier also stark lichtbrechend wirken.

Noch eine andere Eigenheit ist an manchen Zellen zu beobachten: die Außenwände sind nicht in einem einfachen Bogen, sondern in etwas wellig verlaufender Linie vorgewölbt, so daß mehrere schwache, aber doch gut kenntliche Kuppen geschaffen werden. In diesem Falle sind dann auch die Innenwände mehrmals gegen die Palisadenschicht vorgewölbt, und zwar immer genau gegenüber den Vorwölbungen der Außenwände (Fig. 28); stellt man beim Linsenversuch etwas höher

als auf das Niveau der Innenwände ein, so kann man die Beobachtung machen, daß über jedem größeren Aste der sternförmigen Zellen ein Zerstreuungskreis entsteht. Es findet also auf jeder einer Kuppe der Außenwand gegenüberliegenden Vorwölbung der Innenwand eine stärkere Lichtkonzentration statt; auf diese bei *Paris quadrifolia* etwas modifizierte, aber dort noch auffallendere Erscheinung wird später zurückzukommen sein. Die Cuticula ist vollkommen glatt.

Viola biflora L.

Typische, feuchte Standorte liebende Schattenpflanze mit deutlich transversalheliotropischen Blättern.

Bei Besprechung der hier vorkommenden Lichtsinnesorgane haben wir zwei Arten von Zellen zu unterscheiden: nämlich die gewöhnlichen, über den Palisaden liegenden, und jene Epidermiszellen, die sich über dem Gefäßbündelnetz befinden. Die ersteren sind nach dem III. Typus gebaut (Fig. 29); der Linsenversuch gelingt mit ihnen gut, besonders wenn die Zellen noch jugendlichen Charakter besitzen. Die anderen (über dem Bündelnetze befindlichen) liefern beim Linsenversuch auffallend andere Bilder; auf ihren Innenwänden erscheint, vom dunkeln Rande scharf abgegrenzt, ein sehr heller Lichtkreis. Diese Zellen liegen mit den übrigen Epidermiszellen nicht in einer Ebene, sondern sie werden von dem darunter verlaufenden Bündel emporgehoben. Die Anzahl der Zellen richtet sich nach der Größe des sie emporhebenden Bündels; auf mäßig großen Blattnerven liegen drei bis vier nebeneinander. Die einzelne Zelle besitzt eine sehr stark vorgewölbte Außenwand, die etwa einer halben Kugelfläche gleicht. Die Seitenwände neigen schräg zusammen, so daß die Innenwand relativ klein ist. Die Wände dieser Zellen sind etwas dicker als bei den gewöhnlichen Epidermiszellen, ihr chemischer Bau ist der normale. Die Größe dieser zellsaftreichen Zellen könnte vielleicht die Ansicht aufkommen lassen, daß ihre Aufgabe in der Speicherung von Wasser bestehe; doch ist wohl kaum anzunehmen, daß eine vorwiegend an feuchten Standorten lebende Pflanze eine derartige Einrichtung nötig hat; ferner sind bei Blättern solcher Individuen, die ab und zu

an sehr trockenen Standorten zu finden sind, die in Betracht kommenden Zellen weder größer noch zahlreicher als sonst.

Noch auf einen Umstand, der die Funktionstüchtigkeit dieser lokalen lichtkonzentrierenden Epidermiszellen erhöht, ist hinzuweisen. Das Blatt von *Viola biflora* ist sehr leicht benetzbar, so daß die Gefahr einer Ausschaltung des optischen Apparates an feuchten Standorten eine große ist. Durch die erhöhte Lage dieser Zellen ist aber bedingt, daß die vorgewölbten Außenwände wenigstens bei nicht zu starker Benetzung über die Wasserschicht vorragen; beim Linsenversuche mit schwach benetzten Schnitten kann man sich davon auch gut überzeugen: die Innenwände der gewöhnlichen Epidermiszellen sind jetzt in ihrer ganzen Fläche gleichmäßig beleuchtet, während in den über den Bündeln befindlichen Epidermiszellen die Innenwände auch jetzt noch ein helles Mittelfeld und eine dunkle Randzone zeigen. Gegen den Blattrand zu, wo die Bündel schwächer und infolgedessen die Epidermiszellen nicht so hoch emporgehoben werden, ist die Benetzung auch dieser natürlich eine vollkommene; hier zeigen sie aber auch nicht mehr so typisch den besprochenen Bau.

Viola silvestris Lam.

Typische Schattenpflanze mit transversalheliotropischen Blättern.

Der Linsenversuch gelingt nicht gut, das Bild erscheint getrübt und der Unterschied in der Intensität der verschieden stark beleuchteten Membranpartien ist ein geringer. Die Außenwände der Epidermiszellen sind nur wenig vorgewölbt, die Innenwände dagegen oft sehr stark, so daß sich der Bau dieser Zellen dem I. Typus nähert (Fig. 31, Taf. II). Die Cuticula weist äußerst starke fältelige Skulpturen auf, die hier vielleicht die erwähnte Trübung des Bildes beim Linsenversuche herbeiführen.

Viola Riviniana Rchb.

Schattenpflanze, Blätter immer in der fixen Lichtlage.

Bau der Epidermiszellen ausgewachsener Blätter vollständig mit dem bei der vorher beschriebenen Art übereinstimmend: I. Typus. Die Epidermiszellen noch in Entwicklung

befindlicher Blätter zeigen den Bau des III. Typus und sind optisch gut wirksam.

Aegopodium Podagraria L.

Die Schattenform besitzt ausgesprochen transversalheliotropische Blätter.

Der Linsenversuch gelingt recht gut. Der Bau der Epidermiszellen stellt einen Übergang vom II. zum III. Typus dar, indem nämlich die Vorwölbung der Innenwände wohl immer vorhanden, häufig jedoch nur sehr schwach ist.

Heracleum Sphondylium L.

ist meist wohl als Sonnenpflanze zu bezeichnen, wenn es aber mitunter im Schatten vorkommt, erweisen sich seine Blätter als ausgeprägt transversalheliotropisch.

Der Linsenversuch fällt recht befriedigend aus, die Epidermiszellen sind vollkommen nach dem III. Typus gebaut, die Vorwölbung der Innenwände ist mitunter fast trichterförmig. Die Cuticula erscheint gefältelt.

Ein Unterschied im Bau der Epidermiszellen bei Individuen sonnigen und schattigen Standortes ist nicht vorhanden.

Pirola secunda L. und **Pirola chlorantha** Sw.

erweisen sich als sehr geeignete Vergleichsobjekte für die anatomischen Verschiedenheiten im Bau der oberen Epidermis panphotometrischer und euphotometrischer Laubblätter.

Die beiden Arten kommen öfter nebeneinander im Waldesschatten vor, das Verhalten ihrer Blätter bezüglich der Einstellung zum Lichte ist ein verschiedenes. Während die Blattspreiten von *P. secunda* ganz unregelmäßig nach allen Seiten hin gerichtet sind, lassen die von *P. chlorantha* deutlich die Einstellung in die fixe Lichtlage erkennen.

Schon der Linsenversuch zeigt, daß die Epidermiszellen beider Arten verschieden gebaut sind: bei *P. secunda* gelingt er gar nicht, nur hin und wieder erscheint auf der Innenwand ein helles Mittelfeld. Dementsprechend sieht man, daß auf Querschnitten die dicken Außenwände der Epidermiszellen eben sind und nur hin und wieder unregelmäßige, sehr flache

Verdickungen aufweisen. *P. secunda* hat ausgesprochen isolaterale Blätter (Taf. II, Fig. 32), es kommt bei ihnen kaum zur Andeutung eines Palisadengewebes; die untere Epidermis ist ebenso gebaut wie die obere.

Das Blatt von *P. chlorantha* ist deutlich dorsiventral ausgebildet, das Palisadengewebe gut entwickelt. Die Epidermis der Blattunterseite gleicht der von *P. secunda*; die Epidermiszellen der Oberseite hingegen sind hier für die Lichtperzeption geeignet, nach dem III. Typus gebaut, d. h. also mit vorgewölbten Außen- und Innenwänden versehen (Taf. I, Fig. 33).

Ich glaube, auf den Unterschied im Bau der oberen Epidermiszellen der Laubblätter zweier so nahe verwandter Pflanzen, die sich aber in Bezug auf die Orientierung zum Lichte verschieden verhalten, ausdrücklich hinweisen zu sollen, da es sich hier um ein vergleichend-anatomisches Argument zu Gunsten der Auffassung Haberlandt's handelt.

Vaccinium Myrtillus L.

läßt — oft besonders schön zu Beginn der Belaubung — die transversalheliotropische Stellung der Laubblätter deutlich erkennen.

Wie der Linsenversuch lehrt, sind zwar nicht alle Epidermiszellen gleich gut für die Lichtperzeption geeignet, doch ist die Zahl derer, mit denen der Linsenversuch sehr gut gelingt, bedeutend überwiegend; die betreffenden Zellen sind nach dem III. Typus gebaut. Interessant ist, daß die am Rande der Außenwände ziemlich starken Skulpturen der Cuticula gegen die Mitte hin sich ausglätten, oft ganz verschwinden; man gewinnt so den Eindruck, als ob diese hauptsächlich als Linse wirkende Partie von jeder den Strahlengang störenden Beeinflussung verschont werden sollte; außerdem ist auch hervorzuheben, daß das Blatt schwer benetzbar ist.

Cortusa Matthioli L.

Vorzugsweise Schattenpflanze mit gut transversalheliotropischen Blättern.

Mit den Epidermiszellen der ausgewachsenen Blätter gelingt der Linsenversuch gut, noch besser mit jungen; die

Querschnittsform der Zellen entspricht der des II. Typus. Die Cuticula ist parallel zu den wellig gebogenen Seitenwänden fältelig skulpturiert.

Lysimachia vulgaris L.

Die Blätter im Schatten wachsender Individuen sind immer sehr gut in die fixe Lichtlage eingestellt.

Der Linsenversuch gelingt recht gut, die Epidermiszellen gehören dem III. Typus an.

Lysimachia Nummularia L.

beobachtete ich als Schattenpflanze an zweierlei Standorten: erstens im schattigen Hochwald und zweitens auf Wiesen zwischen Gräsern am Boden kriechend. Im allgemeinen werden die Blätter auf letzteren Standorten dann in der fixen Lichtlage sich befinden, wenn die Spreiten mehr oder minder horizontal stehen, was tatsächlich auch der Fall ist.

Der Linsenversuch mit Schnitten von den mittleren Partien der Spreite fällt recht befriedigend aus; ein helles, in seinen Umrissen der Form der Epidermiszellen entsprechendes, ungefähr sternförmiges Mittelfeld wird von einer deutlich abgegrenzten dunklen Randzone umgeben. Flächenschnitte vom Blattrande liefern ein wesentlich anderes Bild: eine oder zwei Epidermiszellen, die noch in der Ebene der Blattoberseite liegen, lassen auf der sonst dunklen Innenwand einen hellen, scharf begrenzten Lichtkreis erkennen (Fig. 34); diese Zellen sind längs des Blattrandes in ununterbrochener Reihe angeordnet; die ganz am Rande befindlichen Zellen zeigen je nach der Schiefe ihrer Lage einen verschobenen oder gar keinen Lichtkreis.

Das in Fig. 35 gegebene Bild eines Querschnittes vom Blattrande gibt uns Aufklärung über die beschriebene Erscheinung. Während die auf der Fläche der Spreite befindlichen Epidermiszellen nach dem gewöhnlichen III. Typus gebaut sind, sind die Randzellen vorteilhafter für das Zustandekommen optischer Wirkungen eingerichtet. Ihre Außenwände stellen als Ganzes ziemlich steile kegelförmige Papillen mit abgerundeter

Spitze dar, welch letztere den Zerstreuungskreis auf der Innenwand entwirft.[1] Auch die ganz am Blattrande sich vorfindenden oder schon auf die Unterseite gerückten Zellen zeigen den gleichen oder ähnlichen Bau der Außenwände; die blattunterseits liegenden sind aber meist längsgestreckt, nicht isodiametrisch, weshalb beim Linsenversuch auf ihren Innenwänden nicht kreisförmige, sondern rechteckige Lichtfelder entstehen.

Die starke Verdickung der Außenwände der Randzellen spricht dafür, daß sie mechanischen Leistungen angepaßt sind. Dies wird wahrscheinlich auch der Fall sein, weshalb jedoch nicht ausgeschlossen ist, daß dieselben Zellen gleichzeitig auch als Lichtsinnesorgane fungieren; als mechanische Zellen dienen sie jedenfalls zum Schutze gegen das Einreißen des Blattrandes.

Cyclamen Europaeum L.

Typische Schattenpflanze, Blätter schon sehr frühzeitig in günstiger Lichtlage.

Die Epidermiszellen sind in der Flächenansicht sehr regelmäßig isodiametrisch, die Seitenwände vollkommen gerade. Ein teilweises Gelingen des Linsenversuches ist nur bei einzelnen Zellen mit schwach vorgewölbten Außenwänden zu beobachten. Die größere Zahl der Epidermiszellen gehört dem I. Typus an, ihre Innenwände sind teils bogig, teils zweimal gebrochen gegen das Mesophyll vorgewölbt.

Gentiana asclepiadea L.

kommt bekanntlich fast nur an schattigen Standorten, in Wäldern, vor und fällt hier sofort durch die eigentümliche Wuchsform auf. Die Stengel sind überhängend und die ursprünglich dekussierte Blattstellung geht durch Drehung der Internodien in eine scheinbar zweizeilige über. Die Blattspreiten kommen dabei sehr gut in die fixe Lichtlage.

Der Linsenversuch gelingt sowohl mit jungen als auch mit alten Blättern sehr gut; in den noch jungen Epidermiszellen kommt es manchmal sogar zur Ausbildung schöner

[1] Vergl. Haberlandt, l. c., Textfig. 5 und 6!

Lichtkreise auf der Innenwand; für gewöhnlich aber hat das helle Mittelfeld eine den Zellumrissen entsprechende, ungefähr sternförmige Form. Die Cuticula ist immer, aber nicht stark fältelig skulpturiert.

Die noch in der Entwicklung begriffenen Epidermiszellen gehören dem II. Typus an (Fig. 36). Die mitunter entstehenden Lichtkreise werden von papillösen Vorwölbungen in der Mitte der Außenwände verursacht (Fig. 37). Mit fortschreitendem Wachstum verändern sich die Epidermiszellen; sie wölben bald auch die Innenwände vor und bekommen so die für den III. Typus charakteristische Querschnittsform oder sie machen noch weitere Veränderungen durch (Fig. 38). Die Vorwölbung in der Mitte der Außen- und Innenwand wird — immer genau gegenüber — bedeutend stärker, während die Randpartien, das sind also sozusagen die Äste der sternförmigen Zellen, flache Außen- und Innenwände besitzen. Die Epidermiszellen enthalten meist kleine Chlorophyllkörner, welche in der Regel den flachen Partien der Innenwände der Zelläste aufliegen (Fig. 38). Die Chlorophyllkörner sind möglicherweise deshalb auf diese Zellpartien beschränkt, weil diese jedenfalls für die Lichtperzeption nicht in Betracht kommen; die Chlorophyllkörner können also hier durch die Absorption eines Teiles der Lichtstrahlen nicht störend wirken.

Die so gebauten Zellen stellen also den bereits (p. 1322) erwähnten Subtypus des III. Typus dar; sie sind dadurch gekennzeichnet, daß bei ihnen nur der zentrale Teil der ganzen Zelle, sozusagen der Zellkörper, als Lichtsinnesorgan fungiert, an den sich die für die Lichtperzeption nicht in Betracht kommenden radialen Äste angliedern.

Cynanchum Vincetoxicum R. Br.

Die Schattenform besitzt deutlich transversalheliotropische Blätter.

Der Linsenversuch gelingt nicht gut; es scheint hier die schwache Vorwölbung der Außenwände der Epidermiszellen gegenüber der ausgesprochen bogigen oder gebrochenen Vorwölbung der Innenwände von untergeordneter Bedeutung zu

sein; wir haben hier demnach den I. Typus vor uns. Die Cuticula ist sehr stark gefältelt.

Cynanchum laxum Bartl.

schließt sich betreffs der hier in Betracht kommenden Eigenschaften vollkommen an *C. Vincetoxicum* an; ein kleiner Unterschied ist insofern zu verzeichnen, als die Außenwände meist vollkommen eben sind.

Convolvulus arvensis L.

Diese Pflanze kann wohl nicht zu den typischen Schattenpflanzen gerechnet werden, doch zeigt sie an manchen Lokalitäten eine deutliche Einstellung der Blätter in die fixe Lichtlage. Findet man sie z. B. am Rande eines Getreidefeldes windend, dann sind die Spreiten sämtlicher Blätter vermittels mannigfaltiger Blattstieldrehungen und -krümmungen nach außen, d. h. vom Felde, abgewendet und in die fixe Lichtlage eingestellt. Die Blätter kommen hiebei sehr nahe aneinander zu liegen und es wird nun noch durch gelenkartige Drehungen des oberen Blattstielendes dafür gesorgt, daß nicht etwa ein Blatt das andere decke; so wird die sogenannte »Mosaikstellung« erreicht.

Der Linsenversuch gelingt sehr gut, die Epidermiszellen sind wieder nach dem III. Typus gebaut. Die Cuticula weist starke Fältelungen auf.

Hin und wieder bemerkt man beim Linsenversuche, daß in den hellen Mittelfeldern (seltener in der dunklen Randzone) noch ganz kleine, intensiv leuchtende Lichtkreise entstehen. Diese Erscheinung rührt daher, daß kleine Tröpfchen eines stark lichtbrechenden Sekretes, welches unter der Cuticula gebildet wird, Linsenwirkung ausüben. Diesen Lichtkreisen dürfte jedoch für die Lichtperzeption keine Bedeutung zuzuschreiben sein, da sie verhältnismäßig selten und dabei auch unregelmäßig angeordnet sind, d. i. nicht immer in der Mitte der Außenwand, sondern oft ganz seitlich, ja auch über den Seitenwänden auftreten.

Stellt man den Linsenversuch mit benetzten Schnitten an, so entstehen, trotzdem die Vorwölbungen der Außenwände

vollkommen mit Wasser überzogen sind, doch noch, wenn auch nicht sehr starke Lichtdifferenzen zwischen Mittel- und Randzone; dies kann wohl nur damit erklärt werden, daß der Brechungsexponent des Zellsaftes der Epidermiszellen ein größerer ist als der des Wassers.

Calystegia sepium R. Br.

Die Blätter dieser Convolvulacee zeigen betreffs ihrer Einstellung zum Lichte die gleichen Eigenheiten wie die von *Convolvulus arvensis*. Gut zu beobachten ist dies, wenn die Pflanze an Ästen von Sträuchern oder an beschatteten Zäunen windet.

Die Außenwände der Epidermiszellen sind nicht bedeutend vorgewölbt, so daß die beim Linsenversuche sich zeigende Randzone ziemlich schmal erscheint; im großen und ganzen entspricht der Bau der Zellen dem III. Typus. Die Fältelungen der Cuticula sind hier so stark, daß sie den Strahlengang doch etwas zu beeinflussen scheinen.

In vollkommen gleicher Weise wie bei *C. arvensis* kommen auch hier die unter der Cuticula ausgeschiedenen kleinen Sekrettröpfchen vor, deren Linsenwirkung ebenfalls keine Bedeutung zuzuschreiben ist.

Symphytum tuberosum L.

Typische Schattenpflanze, Blätter deutlich transversalheliotropisch.

Die Außenwände der Epidermiszellen sind fast durchgehends in hohem Grade vorgewölbt, so daß der Linsenversuch sehr gut gelingt; die Innenwand ist bald bogig, bald gebrochen vorgewölbt (III. Typus). Die Cuticula ist vollkommen glatt.

Ajuga reptans L.

Die Blätter dieser Pflanze können als ein typisches Beispiel für solche Laubblätter bezeichnet werden, die sich an sonnigen Standorten als panphotometrisch, an schattigen als euphotometrisch erweisen; ihre Einstellung in die fixe Lichtlage ist in letzterem Falle immer eine ganz vorzügliche.

Die Epidermiszellen sind in hohem Grade geeignet, als Lichtsinnesorgane zu fungieren; besonders gilt dies für die obere Epidermis noch junger Blätter und der Hochblätter. Die Außenwände sind sehr stark, fast kegelförmig vorgewölbt oder in der Mitte außerdem noch zu einer kleinen Papille ausgestülpt (Fig. 42); auf alle Fälle kommt es, wie der Linsenversuch zeigt, zur Konzentration der Lichtstrahlen zu einem hellen, scharf umschriebenen Lichtkreis auf der Mitte der sonst dunklen Innenwand. Diese ist bei den noch jüngeren Epidermiszellen meist zweimal gebrochen gegen die Palisaden vorgewölbt; bei älteren Zellen (Fig. 41) werden die Ecken meist abgerundet, so daß die Innenwand dann am Querschnitt in stark gekrümmtem Bogen verläuft; auch die Form der Außenwände wird meist verändert, die Vorwölbung wird etwas schwächer, die an jungen Zellen auffallenden Papillen werden häufig abgeflacht, so daß dann Lichtsinneszellen vorliegen, die in gewöhnlicher Weise nach dem III. Typus gebaut sind und beim Linsenversuche sehr gut optisch wirken. Jedoch nicht alle Epidermiszellen der älter werdenden Blätter (es scheint dies nicht immer gleich zu sein) zeigen diese Umwandlung; eine manchmal immer noch ganz beträchtliche Zahl behält die ursprüngliche Form der Außenwände bei; diese entwerfen also auch jetzt noch auf den Innenwänden helle, scharf umschriebene Zerstreuungskreise.

Auch die Epidermiszellen der rosettenartig angeordneten Grundblätter zeigen einen ähnlichen Bau, doch ist ihre optische Wirksamkeit keine so vollkommene wie die der Epidermiszellen der Stengelblätter. Die Zellen sind niedrig, ihre Innenwände meist eben, die Außenwände wenig stark vorgewölbt; in der Mitte derselben ist meist noch eine schwache Papille erkennbar, die auf der Innenwand einen nur sehr wenig hervortretenden Lichtkreis entwirft.

Die Cuticula ist mit Ausnahme einiger kleiner, nicht störend wirkender Fältchen an der Stelle der höchsten Erhebung der Außenwand (oder Papille) ganz glatt.

Die Blätter von *A. reptans* sind leicht benetzbar; da aber, besonders bei noch jungen, hin und wieder auch bei älteren Epidermiszellen die Vorwölbung der Außenwände sehr stark

ist, gelingt auch bei schwacher Benetzung an einzelnen Stellen der Linsenversuch.

Ajuga Genevensis L.

verhält sich bezüglich ihrer Standortsverhältnisse und der Einstellung ihrer Blätter zum Lichte ganz gleich wie *Ajuga reptans*.

Auch im Bau der Epidermiszellen ist eine weitgehende Ähnlichkeit mit der vorher beschriebenen Art zu konstatieren; wieder sind die der noch jungen Stengel- und Hochblätter mit vorgewölbten Außenwänden ausgestattet. Die Papillen in der Mitte der Außenwände sind oft sehr steil (Fig. 44); bei weniger steilen Papillen ist die Wand etwas linsenförmig verdickt, wobei diese Verdickung vom Zellumen her in der Mitte schwach eingekerbt ist; die Linsenwirkung wird aber dadurch nicht gestört. Die Innenwände sind entweder zweimal gebrochen oder, besonders wenn die Zellen niedrig sind und die Papille die linsenförmige Verdickung der Wand zeigt, auch ganz eben oder nur schwach vorgewölbt.

Die meisten Epidermiszellen zeigen im ausgewachsenen Zustande die gleichen Veränderungen wie bei *A. reptans*; zwischen diesen treten aber auch Gruppen von Zellen auf, in denen die Papillen erhalten bleiben. Diese Gruppen stellen dann im ausgewachsenen Blatte spezielle Lichtsinnesorgane vor, die, wie der Linsenversuch zeigt, optisch sehr vollkommen fungieren.

Beschaffenheit der Cuticula und Verhalten des Blattes bei schwacher Benetzung sind ebenfalls gleich wie bei *A. reptans*.

Scutellaria galericulata L.

Schattenform mit gut eingestellten transversalheliotropischen Blättern.

Der Linsenversuch gelingt sehr gut; in der Flächenansicht sind die Epidermiszellen schön isodiametrisch, die Seitenwände fast gerade; nach dem Querschnitte gehören sie zum III. Typus. Die Cuticula ist stark skulpturiert.

Melittis Melissophyllum L.

Typische Schattenpflanze mit streng transversalheliotropischen Blättern.

Die Epidermiszellen sind nach dem III. Typus gebaut; gegen die Gefäßbündel zu werden sie größer, wölben die Außenwände mehr vor, weswegen der auch sonst gut ausfallende Linsenversuch hier besser gelingt. Die Cuticula weist mäßig starke Fältelungen auf.

Lamium purpureum L.

stellt, wenn es an schattigen Standorten vorkommt, seine Blätter immer sehr gut in die fixe Lichtlage ein.

Der Linsenversuch gelingt im allgemeinen gut, doch erscheint wegen der nicht sehr bedeutenden Vorwölbung der Außenwand die dunkle Randzone verhältnismäßig schmal; die Vorwölbung der Innenwände ist immer sehr ausgesprochen, so daß also wieder der III. Typus vertreten ist.

Die Fußzellen der sehr zahlreichen Haare lassen beim Linsenversuche ähnliche Erscheinungen wahrnehmen wie bei *Stellaria nemorum.*

Leonurus Cardiaca L.

Schattenform mit streng transversalheliotropischen Blättern.

Der Linsenversuch gelingt recht gut. Die beiderseits vorgewölbte Wände aufweisenden Epidermiszellen sind zum III. Typus zu stellen. Die Cuticula ist vollkommen glatt.

Stachys silvatica L.

Typische Schattenpflanze, Blätter immer gut in die fixe Lichtlage eingestellt.

Der Linsenversuch gelingt sehr gut. Unter den Epidermiszellen lassen sich zweierlei Formen unterscheiden: erstens solche, die nach dem gewöhnlichen III. Typus gebaut sind, und zweitens solche, deren Außenwände in der Mitte noch eine flache Papille (»Kuppe«) mit ziemlich kleinem Krümmungsradius ausbilden; diese konzentrieren das Licht auf der Innenwand zu einem kleinen, hellen und scharf umgrenzten

Mittelfelde, das in seinen Umrissen der Form der Epidermiszellen mit ihren wellig gebogenen Seitenwänden entspricht. Die Cuticula weist körnelige Struktur auf.

Salvia pratensis L.

Diese *Salvia*-Art kommt bekanntlich hauptsächlich auf Wiesen vor; trifft man sie aber ausnahmsweise an schattigen Standorten, so stellen sich ihre Blätter sehr deutlich in die fixe Lichtlage ein.

Die im nachstehenden zu beschreibenden Einrichtungen der oberseitigen Epidermis, welche die Lichtperzeption seitens der Schattenblätter ermöglichen, kommen auch an den Blättern der »Wiesenform« vor, so daß es fraglich ist, inwieweit es sich in ihnen um eine Anpassung behufs Perzeption der Lichtrichtung handelt. Tatsache ist aber, daß dank dieser Einrichtungen die Wahrnehmung der Lichtrichtung sehr gut möglich ist.

Beim Linsenversuche liefern die oberseitigen Epidermiszellen das folgende Bild (Fig. 47): Einzelne oder kleine Gruppen von zwei bis vier Epidermiszellen lassen auf der sonst dunklen Innenwand einen kleinen hellen Lichtkreis erscheinen; die umliegenden Epidermiszellen zeigen das gewöhnliche Verhalten: ein helles, der Zellform entsprechendes Mittelfeld, umgeben von einer dunklen Randzone. Letztere Zellen sind nach dem III. Typus gebaut.

Die erstgenannten Epidermiszellen sind in der Flächenansicht isodiametrisch, fünf- bis siebeneckig; die Innenwand ist gleich der der anderen Epidermiszellen mehr oder minder vorgewölbt; auch die Außenwand verläuft vom Rande her in sanfter Wölbung; in der Mitte aber sitzt ihr eine kleine Haarzelle auf (Fig. 48). Die Außenwand dieser ist bis zu ungefähr zwei Dritteln ihrer Höhe regelmäßig sphärisch gekrümmt, an der Basis gegen die Außenwand der großen Fußzelle scharf abgesetzt; sie würde, wenn nicht die sonst so gleichmäßige Krümmung im oberen Drittel in ein kleines Spitzchen ausliefe, vollkommen der einen konvexen Fläche einer Sammellinse entsprechen. Die Innenwand der Haarzelle ist bedeutend zarter als die ziemlich derbe Außenwand, hin und wieder flach, meist

schwach gegen das Lumen der Fußzelle eingewölbt. Zur Ausbildung ganz regelmäßiger Linsenzellen, deren Form nicht durch das ausgezogene Spitzchen gestört würde, kommt es anscheinend nie; ist das Spitzchen etwas größer oder kleiner, aufrecht oder seitlich schief gestellt, eine Störung der Linsenfunktion der ganzen Zelle bringt dies, nach dem Linsenversuche zu urteilen, nie mit sich.

Der Inhalt der Haarzelle ist vollkommen klar, durchsichtig; der kleine Zellkern liegt immer der Innenwand an. Auch die sie tragende Fußzelle hat einen wasserhellen Zellsaft; ihr Kern liegt meist genau an der Mitte der Innenwand im wandständigen Plasma und ist in der Regel von einigen kleinen blassen Chloroplasten umgeben.

Diese Haargebilde erinnern schon lebhaft an die von Haberlandt für *Fittonia Verschaffeltii* und *Impatiens Mariannae* beschriebenen »Ocellen«, die ja zweifellos umgewandelte Trichome sind. Häufig genug findet man Haare (Fig. 49 bis 51), bei denen die Rückbildung der Haarzelle noch nicht so weit vorgeschritten ist. Auch ist der Haarkörper in diesen Fällen häufig zweizellig. Auffallend bleibt aber immerhin, daß mit der Rückbildung des Haarkörpers immer eine Annäherung an die Linsenform verbunden ist, deren optische Leistungsfähigkeit durch den Linsenversuch so klar erwiesen wird. Auch auf der Blattunterseite werden Haare rückgebildet, doch wird hier die der Fußzelle aufsitzende Seitenwand der untersten Haarzelle nicht konvex, sondern konkav gekrümmt, so daß sie allmählich in die Außenwand der Fußzelle übergeht (Fig. 52); hier auffallende Lichtstrahlen werden nicht konvergierend, sondern divergierend gebrochen werden; die Ausbildung von Sammellinsen auf der Blattunterseite ist ja nicht nötig. Trotzdem will ich es, wie schon oben bemerkt, dahingestellt sein lassen, ob die beschriebenen Einrichtungen der Blattoberseite tatsächlich auf eine Anpassung an die Lichtperzeption zurückzuführen sind.

Was die Verteilung der ocellenähnlichen Haare auf der Blattfläche betrifft, so ist sie eine den Bedürfnissen der Lichtperzeption entsprechende. Die Spreite des *Salvia*-Blattes zeigt bekanntlich eine stark gerunzelte Oberfläche, die dadurch zu stande kommt, daß sie gewissermaßen zu zahlreichen kleinen

Höckern ausgetrieben ist. Die ocellenähnlichen Haare sind nun auf der Höhe solcher Höcker einzeln oder zu kleinen Gruppen angeordnet; etwas tiefer finden sich die weniger rückgebildeten, beziehungsweise umgewandelten Haare und in den tiefsten Stellen der Einsenkungen zwischen den Höckern liegen die Drüsenhaare und Spaltöffnungen. Infolge dieser Anordnung stehen also alle eventuell als Ocellen fungierenden Haare mit ihren Längsachsen senkrecht zur Blattspreite.

Salvia glutinosa L.

Schattenpflanze mit gut in die fixe Lichtlage eingestellten Blättern.

Der Linsenversuch gelingt gut; die Epidermiszellen sind in charakteristischer Weise nach dem III. Typus gebaut. Die Cuticula ist glatt.

Satureja vulgaris Fritsch.

An schattigen Standorten besitzt diese Pflanze ausgesprochen transversalheliotropische Blätter.

Die Mehrzahl der Epidermiszellen ist nach dem III. Typus gebaut, ihre optische Wirksamkeit beim Linsenversuch eine gute; letzterer läßt aber gleichzeitig erkennen, daß einzelne oder zwei bis drei benachbarte Zellen zu speziellen Lichtsinnesorganen ausgebildet sind: Der Rand der Innenwand erscheint wieder vollkommen verdunkelt; dann folgt eine deutlich hellere, jedoch noch nicht intensiv beleuchtete Partie (ein »Lichthof«) um einen kleinen, sehr scharf abgegrenzten, hell leuchtenden Lichtkreis in der Mitte (Fig. 53).

Die dieses Bild verursachenden ocellenähnlichen Haare — es handelt sich wieder um solche — sind den bei *Salvia pratensis* beschriebenen sehr ähnlich; die regelmäßig vorgewölbte Außenwand einer Fußzelle, die etwas größer ist als eine gewöhnliche Epidermiszelle, trägt in ihrer Mitte ziemlich scharf abgesetzt eine kleine Haarzelle, die der bei *Salvia pratensis* beschriebenen fast vollkommen gleicht (Fig. 54 bis 56). Dadurch daß die vorgewölbte Partie der Außenwand der Fußzelle bis zur Ansatzstelle der Haarzelle ziemlich breit ist, wird hier der beim Linsenversuche beschriebene Lichthof verursacht. Hin

und wieder erhalten die kleinen Haarzellen bei dieser Pflanze auch noch günstigere Formen, indem nämlich das (zwar auch nicht störende) Endspitzchen noch weiter reduziert oder sogar ganz abgerundet wird (Fig. 57, 58). Bezüglich der Beschaffenheit der Wände, des Zellinhaltes und der Lagerung der Kerne liegen die Verhältnisse so wie bei *Salvia pratensis*.

Bei dieser Pflanze sind die nicht reduzierten Haare meist einzellig. Nicht immer sitzen diese einer einzelnen Epidermiszelle als Fußzelle zentral auf, sondern sie können auch zwischen zwei oder mehreren Epidermiszellen sich erheben (Fig. 60). Solche Haare werden auch rückgebildet, zeigen aber, da sie sich gerade über den Seitenwänden der Epidermiszellen befinden, wo eine Linse keinen Zweck hätte, nicht das Bestreben, ihre Außenwand konvex-linsenförmig zu runden (vergl. Fig. 59 mit 61).

Die Verteilung der ocellenähnlichen Haare auf der Spreite ist wieder eine sehr zweckmäßige; wie die Haare gegen den Blattrand immer zahlreicher werden, so wird auch die Zahl der ersteren nach diesem hin eine größere (also Bevorzugung des Blattrandes!); gleichzeitig wird auch die Form der linsenähnlichen Haare eine immer günstigere; solche, deren Außenwand nicht in ein Spitzchen ausgezogen, sondern schön bogig abgerundet ist, finden sich fast nur am äußersten Blattrande.

Cymbalaria muralis Baumg.

Bekanntlich kommt diese Pflanze sehr häufig in Spalten und Rissen verfallener oder breitklüftiger Steinmauern oder auch in Felsenspalten vor; durch verschiedene Drehungen des Blattstieles wird hier die Spreite immer sehr gut in die fixe Lichtlage gebracht, die Blätter sind ausgesprochen transversalheliotropisch.

Der Linsenversuch gelingt sehr gut; das helle Mittelfeld ist der Zellform entsprechend fast sternförmig; am Querschnitte sind die Außen- und Innenwände regelmäßig vorgewölbt: III. Typus; in zahlreichen Zellen kommt es auch hier wieder zu der schon öfter erwähnten Ausbildung von »Kuppen« in der Mitte der Außenwand. Gegen den Blattrand hin sind die

sonst isodiametrischen Epidermiszellen in der Richtung desselben in die Länge gestreckt; sie scheinen hier vor allem mechanischen Funktionen angepaßt zu sein, optisch sind sie nicht wirksamer als die übrigen; bemerkenswert wäre vielleicht, daß sie auffallend tief eingesenkte Innenwände besitzen. Die Cuticula weist schwach fältelige Skulpturen auf, die manchmal auch ganz verschwinden.

Scrophularia vernalis L.

kommt in unseren Gegenden nicht sehr häufig vor; ich beobachtete sie als Schattenpflanze mit sehr gut in die fixe Lichtlage eingestellten Blättern.

Die Epidermiszellen sind nach dem III. Typus gebaut, die Vorwölbung der Außenwände ist nicht sehr stark, weswegen beim Linsenversuche[1] die dunkle Randzone ziemlich schmal erscheint. Die Epidermiszellen sind im allgemeinen verhältnismäßig klein, werden aber in der Nähe von Bündeln auffallend größer, ohne daß sie hiebei im Querschnitt eine andere Form annehmen. Die Cuticula ist glatt.

Veronica latifolia L.

Typische Schattenpflanze, Blätter ausgesprochen transversalheliotropisch.

Der Linsenversuch gelingt gut; die dunkle Randzone ist zwar schmal, doch scharf gegen das helle Mittelfeld abgegrenzt. Was die Querschnittsform der Epidermiszellen betrifft so finden wir hier wieder den bei *Gentiana asclepiadea* genauer beschriebenen Subtypus des III. Typus ausgebildet (Fig. 62); ein kleiner Unterschied ist insofern zu konstatieren, als hier die Wellung der Seitenwände nicht so scharf ausgeprägt ist wie dort; auch findet sich in den Zellen kein Chlorophyll. Die Vorwölbung der Außenwände ist oft so bedeutend, daß an manchen Stellen der Linsenversuch auch noch bei schwacher Benetzung des Schnittes gelingt. Die Cuticula zeigt körnelige Struktur.

[1] Die zahlreichen kugeligen Gerbstoffbehälter, die sich in der Epidermis befinden, erzeugen beim Linsenversuch ähnliche Bilder, wie sie von gewissen Ocellen entworfen werden (vergl. Haberlandt, p. 116 ff. und p. 124 f.).

Veronica officinalis L.

Schattenpflanze, Blätter immer sehr gut in die fixe Lichtlage eingestellt.

Der Linsenversuch gelingt gut; die Epidermiszellen entsprechen nach ihrem Bau dem III. Typus. Die Cuticula zeigt fältelige Skulpturen.

Auch hier ist wieder beim Linsenversuche die zuerst bei *Stellaria nemorum* beschriebene Erscheinung an den Fußzellen der Haare zu beobachten.

Galium vernum Scop.

Diese Rubiacee fand ich sehr häufig in schattigen Wäldern oder an Waldesrändern, unter Gebüsch u. s. w.; an sehr sonnigen Standorten habe ich sie nicht beobachtet. Die Einstellung ihrer Blätter in die fixe Lichtlage ist immer eine auffallend gute; die vier Blätter je eines Wirtels sind, die einen durch Hebung, die anderen durch Senkung, eventuell auch durch Drehungen, genau in eine Ebene gebracht, die senkrecht zur Richtung des stärksten diffusen Lichtes orientiert ist.

Der Linsenversuch ließ auch sofort erkennen, daß hier besonders gut ausgebildete Lichtsinnesorgane vorhanden sind. In der Mitte der Innenwand der Epidermiszellen entsteht ein kleiner, scharf begrenzter Lichtkreis, daran schließt sich eine bei weitem nicht so intensiv beleuchtete Zone (ein »Lichthof«), die am Zellrand in einen schmalen, vollständig dunklen Saum übergeht. Bei einer Verschiebung des Spiegels wird das helle Mittelfeld auf die entsprechende Seite gegen den Zellrand gerückt.

Selten findet man die derartig funktionierenden Lichtsinnesorgane über die ganze Spreite verteilt; gewöhnlich treten sie nur in einer Randzone des Blattes auf, deren Breite ungefähr ein Viertel des Querdurchmessers der Spreite ausmacht.

Die Epidermiszellen, die nicht spezielle optische Einrichtungen besitzen, sind nach dem so allgemein verbreiteten III. Typus gebaut.

In der Flächenansicht zeigen die spezifischen Lichtsinneszellen (Fig. 63) dieselbe Form wie die gewöhnlichen Epidermis-

zellen; sie sind ungefähr isodiametrisch, ihre Seitenwände unregelmäßig wellig gekrümmt; in der Mitte der Außenwand erkennt man schon bei dieser Ansicht eine mehr oder weniger emporragende Papille, über der die Cuticula ziemlich stark gefältelt ist; diese Fältchen gleichen sich gegen den Zellrand immer mehr und mehr aus; die Linsenwirkung wird durch sie nicht beeinträchtigt.

Querschnittsbilder zeigen uns, daß die Papillen durch verschieden große, in die Außenwände (der Epidermiszellen) eingelagerte Pfropfen gebildet werden, die den zuerst von Heinricher bei *Campanula persicifolia* beschriebenen »Zellwandpfropfen« ähnlich sind und deren Bedeutung für diese Pflanze dann von Haberlandt in seiner oft zitierten Arbeit p. 71ff. dargelegt wurde.

Diese verkieselten Zellwandpfropfen haben meist die Form bikonvexer Linsen (Fig. 65 bis 70. Fig. 71 stellt einige Linsen dar, wie sie sich nach Auflösung der Wände in konzentrierter Schwefelsäure und 20% Chromsäure zeigten). Ihre Innenseite ist immer sehr regelmäßig geformt, meist stärker gekrümmt als die Außenseite; diese weist hin und wieder auch regelmäßig konvexe Flächen auf (so daß dann die Pfropfen typisch bikonvexe Linsen darstellen) oder der obere Teil besitzt die Gestalt eines niederen, an der Spitze abgerundeten Kegels. Daß das Lichtkonzentrationsvermögen dieser Gebilde, seien sie wie immer geformt, ein vorzügliches ist, beweist der Linsenversuch. Außerdem kommen in der Epidermis noch zahlreiche Zellen vor, die wohl Papillen in der Mitte der Außenwände besitzen, in welche aber keine verkieselten Pfropfen eingelagert sind (Fig. 64); auch diese Zellen sind optisch ausgezeichnet wirksam. Bei den einzelnen Individuen ist bald die eine, bald die andere Art von Zellen zahlreicher vertreten.

Die Linsen sind in den Außenwänden der Epidermiszellen derart eingelagert, daß sie oberseits von der Cuticula und eventuell noch von einer äußerst zarten Cuticularschicht[1]

[1] Gegen den Blattrand zu, wo die Außenwände besonders dick sind, ziehen sich über die Linsen auch noch Celluloseschichten in verhältnismäßig beträchtlicher Dicke hin (Fig. 69).

bedeckt sind; gegen das Zellumen zu wird die Linse von mehr oder minder dicken Celluloseschichten überzogen, die, der Form der Linse sich anpassend, gegen das Lumen vorgewölbt, bisweilen aber auch eben sind.

Was die chemische Beschaffenheit der Linsen betrifft, so sind sie, wie schon ihr starkes Lichtbrechungsvermögen vermuten läßt, verkieselt; nachgewiesen wurde dies mittels konzentrierter Schwefelsäure, der einige Tropfen 20prozentiger Chromsäure zugesetzt wurden; unter Einwirkung dieser beiden Säuren lösten sich sämtliche Teile der Zellwand mit Ausnahme der Linsen; die Cuticula erwies sich gegen die Einwirkung dieser Säuren besonders an den Stellen über den Pfropfen als sehr widerstandsfähig.

Die derart gebauten, mit verkieselten Linsen versehenen Epidermiszellen sind auf der Blattoberseite (hauptsächlich am Rande) in Gruppen verteilt, deren Mitte von einem mehr oder minder stark rückgebildeten Haar (Fig. 73, 74) eingenommen wird; die Linsen sind umso größer, je näher die betreffende Zelle dem Haarfuße gelegen ist. Daraus geht schon hervor, daß beim *G. vernum* die verkieselten Zellwandpfropfen (Linsen) keine rückgebildeten Haare sind wie bei *Campanula persicifolia*. Die betreffenden Epidermiszellen entsprechen vielmehr ihrer Lagerung zufolge den papillösen Epidermiszellen der Postamente, auf denen die nicht rückgebildeten Haare von *Galium Cruciata*[1] sitzen (Fig. 76 bis 78) und den diesen nächsten gewöhnlichen Epidermiszellen (Fig. 76). Ein wesentlicher Unterschied zwischen den fraglichen Zellen bei *G. vernum* und *G. Cruciata* besteht allerdings darin, daß die ersteren häufig mit verkieselten Linsen versehen sind, die den letzteren fehlen. Diese der Zellwand eingelagerten Linsen sind also eine Neuerwerbung und es liegt nahe, anzunehmen, daß dieses neue Merkmal im Laufe der Anpassung an die schattigen Standorte erworben wurde, auf denen das *G. vernum* so häufig vorkommt. Bei *G. Cruciata* dagegen ist diese Anpassung noch nicht so weit gediehen, hier sind die Haare noch nicht rück-

[1] Des Vergleiches halber habe ich diese dem *G. vernum* so nahe verwandte Art gleichfalls untersucht.

gebildet, die Postamentzellen und eventuell papillösen gewöhnlichen Epidermiszellen entbehren noch der verkieselten Linsen.

Noch auf eine Eigentümlichkeit der Epidermis bei *G. vernum* sei hier hingewiesen: die über den kleineren Bündeln liegenden Epidermiszellen wölben sich unter gleichzeitiger Verdickung ihrer Außenwände stark und regelmäßig papillös vor (Fig. 75), so daß sie auf den ungefähr isodiametrischen Innenwänden scharf begrenzte Lichtkreise entwerfen. Über den größeren Bündeln kommen mehr oder weniger rückgebildete Haare vor, die aber optisch nicht oder nur wenig wirksam sind. Ähnlich verhält sich auch die Epidermis über den Blattbündeln von *G. Cruciata* (Fig. 79 bis 83).

Knautia dipsacifolia Schltz.

Typische Schattenpflanze mit deutlich transversalheliotropischen Blättern. Ähnlich wie bei *Gentiana asclepiadea* kommt es auch bei dieser Pflanze häufig vor, daß der Stengel überhängt oder fast flach auf dem Boden liegt, in welchem Falle dann immer je zwei einander opponierte Blätter ihre Spreiten in eine zum Lichteinfalle günstige Ebene einstellen.

Der Linsenversuch gelingt recht gut; die Epidermiszellen sind nach ihrem Bau zum III. Typus zu stellen; besonders charakteristisch sind meist die Innenwände vorgewölbt. Die Cuticula ist mäßig skulpturiert.

Campanula patula L.

beobachtete ich an zweierlei Standorten: erstens an den für diese Pflanze wohl häufigeren, d. i. auf Wiesen zwischen oft ziemlich hohen Gramineen; inwieweit hier die Stellung der Blätter der günstigen Lichtlage entspricht, läßt sich schwer beurteilen. Findet man die *C. patula* aber im Schatten von Bäumen oder Sträuchern, dann ist die Einstellung der transversalheliotropischen Blätter in die günstige Lichtlage sehr deutlich zu beobachten.

Die anatomische Untersuchung ergab bei dieser Pflanze ganz ähnliche Resultate wie die, welche Heinricher und Haberlandt für *C. persicifolia* festgestellt haben.

Die gewöhnlichen Epidermiszellen sind wieder nach dem III. Typus gebaut; der mit ihnen angestellte Linsenversuch gelingt gut. Flächenschnitte vom Blattrande liefern aber ein auffallend anderes Bild: in der Mitte der Innenwand leuchtet ein scharf abgegrenzter Lichtkreis hell auf, dann folgt eine etwas dunklere und gegen den Zellrand eine schmale, ganz unbeleuchtete Zone.

Es sind verkieselte »Zellwandpfropfen« in Form von Linsen, die, in die Außenwand der Epidermiszellen eingelagert, die Lichtkonzentration auf der Mitte der Innenwand bewerkstelligen. Die Form der Linsen ist variabel, teils sind sie typisch bikonvex, manchmal aber, und zwar meist bei den größeren, näher am Blattrande befindlichen ist der obere Teil stumpf kegelförmig oder der ganze Pfropf fast kugelig (Fig. 84 bis 90); immer aber ist der dem Zellumen zugewandte Teil schön sphärisch gerundet. Die Zellwand ist natürlich entsprechend der Form und Größe der Linsen nach außen und auch gegen das Lumen vorgetrieben. Die Innenwand ist verschieden gestaltet, bald eben, bald so wie beim I. Typus vorgewölbt.

Von den mit Linsen in der Außenwand ausgestatteten zu den gewöhnlichen Epidermiszellen findet man Übergangsformen, die einfach papillös vorgewölbte Außenwände ohne Pfropfen und Verdickung aufweisen (Fig. 91); auch diese sind natürlich zur Lichtkonzentration sehr gut geeignet.

In chemischer Hinsicht sind die Linsen ganz gleich beschaffen wie die zuerst von Heinricher[1] bei *C. persicifolia* beschriebenen Zellwandpfropfen, d. h. sie sind verkieselt und von einem napfartigen Gebilde, das an die Cuticula ansetzt, umschlossen[2] (Fig. 92). Nach Behandlung mit Chlorzinkjod oder Schwefelsäure erscheinen sie geschichtet (Fig. 93). Der bei größeren Pfropfen zu beobachtende Schichtenverlauf, wie ihn Fig. 92 darstellt, weist darauf hin, daß es sich auch hier um eigentümlich rückgebildete, beziehungsweise metamorphosierte

---

[1] E. Heinricher, Ein reduziertes Organ bei *Campanula persicifolia* und einigen anderen *Campanula*-Arten. Berichte der Deutschen bot. Gesellsch., Bd. III, 1885.

[2] Vergl. Haberlandt, l. c., p. 72.

Haare handelt, wie dies bereits von Heinricher für *C. persicifolia* nachgewiesen wurde.

Bemerkenswert ist, daß Heinricher bei »*C. patula* zwar kein Exemplar fand, wo in den Epidermiszellen ins Lumen vorspringende Pfropfen vorhanden waren; wohl aber fand ich Vorstufen dieser Bildungen in Gestalt der charakteristischen Ausstülpungen in der Mitte der Epidermiszellen... Da Pfropfenbildungen bei *C. patula* nicht oder doch nur selten vorkommen, so erscheint die Reduktion der Trichome bei *C. patula* weiter fortgeschritten zu sein als bei *C. persicifolia* und *C. grandis.*« — Da jedoch meine Exemplare die Pfropfen-, beziehungsweise Linsenbildung sehr schön zeigten, so geht daraus hervor, daß sich die einzelnen Individuen von *C. patula* in dieser Hinsicht sehr verschieden verhalten können. Inwieweit dies mit den Standorts-, beziehungsweise Beleuchtungsverhältnissen zusammenhängt, wäre noch näher zu untersuchen.

Betreffs der Verteilung der epidermalen Sammellinsen ist — wie schon oben erwähnt wurde — zu konstatieren, daß sie nur am Blattrande in einer durchschnittlich 0·9 *mm* breiten Zone vorkommen.

Campanula Trachelium L.

Typische Schattenpflanze mit streng transversalheliotropischen Blättern.

Die gewöhnlichen Epidermiszellen sind ausgesprochen nach dem III. Typus gebaut; der Linsenversuch gelingt mit ihnen sehr gut. Ab und zu, und zwar meist in der Nähe der Haare, findet man, daß einzelne Zellen in ihrem Bau von den übrigen etwas abweichen (Fig. 94, 95); entweder — dies ist der seltenere Fall — ist ihre ganze Außenwand fast spitz-kegelförmig vorgewölbt oder sie stülpt sich in der Mitte zu einer regelmäßigen Kuppe vor; solche Zellen sind natürlich für die Lichtkonzentration sehr geeignet.

Epidermiszellen mit linsenförmigen, verkieselten Zellwandpfropfen in den Außenwänden kommen bei dieser Art nicht vor. Auffallend ist aber, daß die das Fußstück der großen Haare kranzförmig umgebenden relativ hohen Epidermis(Postament)-zellen meist stark papillös sind, wobei sich die ganze Außen-

wand oder außerdem noch ein kleiner zirkumskripter Teil vorwölben kann. Beim Linsenversuch erscheinen auf den Innenwänden dieser Zellen (Fig. 96, 97) natürlich exzentrische Zerstreuungskreise, deren Bedeutung für die Lichtperzeption dahingestellt bleiben muß.

Campanula rapunculoides L.

Typische Schattenpflanze mit gut in die fixe Lichtlage eingestellten Blättern.

Der größte Teil der Epidermiszellen ist wieder nach dem III. Typus gebaut; der Linsenversuch gelingt sehr gut. Einzelne Zellen bilden in der Mitte der Außenwände stark gekrümmte Kuppen aus, die auf der Innenwand helle Lichtkreise entwerfen. Gegen den Blattrand sind in den Außenwänden der Epidermiszellen schwache, optisch scheinbar nicht bedeutsame Kieseleinlagerungen nachweisbar; verkieselte Zellwandpfropfen sind nicht vorhanden.

Homogyne alpina Cass.

Typische Schattenpflanze, Blätter deutlich transversalheliotropisch.

Der Linsenversuch gelingt nicht, da die Epidermiszellen in charakteristischer Weise nach dem I. Typus gebaut sind. Es scheint überhaupt bei transversalheliotropischen Blättern von ledriger Beschaffenheit der I. Typus häufiger vorzukommen (*Hedera Helix*, *Vinca major* und *Ficus*-Arten nach Haberlandt; *Cyclamen Europaeum* p. 1330).

Majanthemum bifolium D. C.

Typische Schattenpflanze, Einstellung der Blätter in die fixe Lichtlage immer sehr vollkommen.

Der Linsenversuch gelingt nur mit vereinzelten Epidermiszellen gut; dem entspricht, daß die Außenwände der mit stark gewellten Seitenwänden versehenen Epidermiszellen nur schwach oder gar nicht vorgewölbt sind (Fig. 98, 99). Dagegen sind die Innenwände bei der überwiegenden Mehrzahl der Zellen mehr oder minder stark vorgewölbt, wobei diese Vorwölbung oft besonders deutlich im mittleren Teile der

betreffenden Zelle ausgeprägt ist. Die Cuticula ist ziemlich stark gefältelt.

Paris quadrifolia L.

Typische Schattenpflanze; die Blätter sind deutlich transversalheliotropisch, und zwar ist bezüglich ihrer Einstellung die Beobachtung zu machen, daß sich die vier Blätter des Wirtels in eine möglichst gut beleuchtete Ebene einstellen. Erreicht wird diese Einstellung nicht nur durch die entsprechenden Bewegungen der sehr kurzen Blattstiele, sondern auch der Stengel trägt dazu dadurch bei, daß er sich in einer unmittelbar unter dem Wirtel befindlichen Zone krümmt.

Was die Einrichtung der Epidermiszellen als Lichtsinnesorgane betrifft, so ist hier der bei *Impatiens parviflora* angedeutete Bau in nahezu vollendeter Weise durchgeführt. Die Epidermiszellen sind ziemlich groß; ihre Seitenwände sind nicht in vielen, aber in sehr starken Krümmungen wellig gebogen, und zwar so, daß sich die Äste der infolge der tiefen Einbuchtungen fast sternförmigen Zellen an ihren Enden verschieden stark verbreitern; sind nun die durch diese Verbreiterung an den Zellarmen entstehenden Flächen verhältnismäßig groß und durch starke Einschnürungen von der Mittelpartie der Zelle getrennt, dann kommt es beim Linsenversuch in jedem Zellarme zur Ausbildung eines gesonderten Lichtfeldes (Fig. 100). Eine solche Lichtsinneszelle stellt also gewissermaßen ein zusammengesetztes Lichtsinnesorgan dar, weil ja sowohl ein zentraler als auch zwei bis vier seitliche Teile, jeder für sich, dieselbe Wirkung hervorbringen wie sonst eine einzige Zelle. Sind die Verbreiterungen an den Enden der Zellarme nicht bedeutend, dann entsteht beim Linsenversuche das gewöhnliche Bild, d. h. das helle Mittelfeld entspricht dann in seinen Umrissen der Form der Epidermiszelle in der Flächenansicht (Fig. 101).

Am Querschnitt zeigt sich, entsprechend diesem Verhalten beim Linsenversuche, daß die Außenwände der Epidermiszellen mehrmals linsenartig vorgewölbt sind: einmal in starkem, regelmäßigen Bogen über der zentralen Partie der Zelle und dann nach einer sanften Einsenkung wieder in etwas

schwächerem Bogen über jedem größeren Zellarm (Fig. 102 und 103). Daß jede dieser Vorwölbungen der Außenwand Linsenfunktion ausübt, läßt sich beim Linsenversuch gut beobachten, wenn man etwas höher als auf die Innenwände einstellt; dann erscheint das kreisförmige Bild der Blendenöffnung über der Mitte und je eines über jedem größeren Seitenarm der Zelle. Die Innenwände sind eben, in der Mitte derselben liegt der große Zellkern im wandständigen Plasma.

Die Cuticula ist fältelig skulpturiert; die Fältchen verlaufen ungefähr parallel zu den Seitenwänden und werden gegen diese hin immer schwächer.

Cephalanthera rubra Rich.

Typische Schattenpflanze; die Einstellung der Blätter in die fixe Lichtlage ist zwar nicht immer vollständig erreicht, doch ist der Transversalheliotropismus der Blätter nicht zu verkennen.

Das Mesophyll zeigt im großen und ganzen einen wenig differenzierten Bau, ein spezielles Assimilationssystem ist kaum entwickelt; am auffallendsten ist der Unterschied zwischen Ober- und Unterseite des Blattes im Bau der beiden Epidermen; die Zellen der oberen sind für die Lichtperzeption sehr gut geeignet, nach dem III. Typus gebaut; die der unteren zeigen nicht diesen Bau. Der Linsenversuch gelingt sehr gut. Die Cuticula ist hier in der Mitte der Außenwände vollkommen glatt, nur am Rande finden sich fältelige Skulpturen.

Listera ovata R. Br.

Typische Schattenpflanze mit deutlich transversalheliotropischen Blättern.

Der Linsenversuch gelingt zwar ganz gut, doch erscheint für die großen, meist rechteckigen Epidermiszellen der dunkle Rand verhältnismäßig schmal; die Außenwände sind nämlich wohl regelmäßig, aber nicht sehr stark vorgewölbt; die Krümmung der Innenwand gegen das Mesophyll ist durchwegs sehr ausgeprägt; die Zellen sind also demnach wieder zum III. Typus zu stellen. Die Skulpturen der Cuticula sind unbedeutend.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

I. Bei allen 60 untersuchten Arten einheimischer Schattenpflanzen, beziehungsweise Schattenformen, deren Blätter transversalheliotropisch sind und an den natürlichen Standorten die fixe Lichtlage deutlich erkennen lassen, ist die Epidermis der Blattoberseite mit den von Haberlandt beschriebenen optischen Einrichtungen zur Lichtperzeption versehen.

II. Bei 8 Arten sind die Epidermiszellen nach dem I. Typus (Außenwände eben, Innenwände vorgewölbt) gebaut, 2 gehören dem II. Typus an (Außenwände vorgewölbt, Innenwände eben), 33 dem III. Typus (Außen- und Innenwände vorgewölbt).

Bezüglich der beiden letzteren Typen ist noch folgendes hervorzuheben:

1. Die Außenwände der Epidermiszellen sind in ihrer ganzen Ausdehnung kegelförmig-papillös vorgewölbt, so daß beim Linsenversuch auf den Innenwänden sehr helle, scharf umgrenzte Zerstreuungskreise, respektive Bilder der Blendenöffnung entstehen; hieher gehören:

a) bei *Ajuga reptans* und *Ajuga Genevensis* die Mehrzahl der noch jungen Epidermiszellen, von denen sich die meisten im Verlaufe ihres Wachstumes in Lichtsinneszellen des gewöhnlichen III. Typus umwandeln, während nur einzelne Gruppen von Zellen auch im ausgewachsenen Zustande die ursprüngliche Gestalt beibehalten;

b) die Mehrzahl der Epidermiszellen von *Impatiens noli tangere.*

2. Zufolge korrespondierender Vorwölbungen der Außen- und Innenwände ist an der einzelnen Epidermiszelle eine optisch indifferente Randpartie und eine optisch wirksame Mittelpartie zu unterscheiden: *Cardamine trifolia, Veronica latifolia, Gentiana asclepiadea.*

3. Die Außenwände der Epidermiszellen sind mehrmals linsenartig vorgewölbt, so daß sich die einzelnen Zellen in mehrere optisch wirksame Teile gliedern: *Impatiens parviflora, Paris quadrifolia.*

4. In manchen Fällen werden die Epidermiszellen in der Nähe der Gefäßbündel und über denselben durch stärkere

Vorwölbung der Außenwände optisch wirksamer; z. B. *Viola biflora*, *Thalictrum aquilegifolium* (hier nur über den Verzweigungsstellen der Bündel), ferner *Stellaria nemorum* und *Melittis melissophyllum*.

5. Bisweilen sind die Epidermiszellen des Blattrandes mit stärker vorgewölbten Außenwänden versehen; *Lysimachia Nummularia* und *Chenopodium hybridum*.

6. In manchen Fällen ist die Vorwölbung der Außenwände eine so bedeutende, daß die Epidermiszellen auch noch bei schwacher Benetzung des Blattes optisch wirksam bleiben; z. B. *Ajuga reptans* und *A. Genevensis*, *Veronica latifolia*, Epidermiszellen über dem Bündelnetz von *Viola biflora*.

III. In zahlreichen Fällen sind in den Außenwänden der Epidermiszellen spezielle Einrichtungen zur Lichtkonzentration vorhanden:

1. Die Vorwölbung wird bei einzelnen Epidermiszellen in der Mitte der Außenwand in einer für die Lichtkonzentration vorteilhaften Weise verstärkt (»Kuppenbildung«); z. B. *Actaea nigra*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Campanula Trachelium*, *Stachys silvatica*, junge Epidermiszellen von *Gentiana asclepiadea*.

2. In der Mitte der Außenwände befinden sich kleine, wie Linsen wirkende Papillen:

a) bei *Aquilegia vulgaris* in allen,

b) bei *Ajuga reptans* und *A. Genevensis* besonders bei jungen Blättern in zahlreichen über die ganze Spreite zerstreuten Epidermiszellen und

c) bei *Anemone Hepatica* nur in den Epidermiszellen des Blattrandes.

3. Die Außenwände der Epidermiszellen sind in der Mitte linsenförmig verdickt; hieher gehören:

a) einzelne Epidermiszellen von *Ajuga Genevensis* mit schwach linsenförmigen Verdickungen der Außenwände;

b) die Epidermiszellen eines Individuums von *Aquilegia vulgaris* mit bikonvex-linsenförmigen Verdickungen in der Mitte der Außenwände und

c) die Epidermiszellen von *Campanula patula* und *Galium vernum* mit ihren Verdickungen der Außenwände, in welche

Kieselpfropfen von entsprechender Gestalt eingelagert sind. Bei *C. patula* finden sich solche Zellen nur am Blattrande, bei *G. vernum* meist ebenfalls nur hier, mitunter aber auch in der ganzen oberen Epidermis.

IV. Durch Umbildung von Haaren sind ocellenähnliche Organe entstanden:

a) bei *Salvia pratensis*, wo sie gleichmäßig über die ganze obere Epidermis verteilt sind, und

b) bei *Satureja vulgaris*, bei welcher sie gegen den Blattrand hin zahlreicher und zugleich vollkommener in ihrem Baue werden.

V. Nicht selten findet sich über der Cuticula ein körniger Wachsüberzug, welcher eine die Linsenwirkung der Epidermiszellen nachteilig beeinflussende Benetzung des Blattes verhindert; z. B. *Aquilegia vulgaris*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Impatiens noli tangere* u. a.

Nach diesen Untersuchungen ist die Mannigfaltigkeit im Baue der Einrichtungen zum Zwecke der Lichtkonzentration auf den Innenwänden der lichtperzipierenden Epidermiszellen der Blattoberseite bei unseren einheimischen Pflanzen eine überraschend große. Einrichtungen, von denen es nach den Untersuchungen Haberlandt's den Anschein hatte, als würden sie bloß bei Pflanzen des tropischen Regenwaldes vorkommen, scheinen nach dem Dargelegten auch bei Pflanzen unserer einheimischen Flora verhältnismäßig gar nicht selten zu sein.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Professor G. Haberlandt, unter dessen Leitung vorliegende Arbeit ausgeführt wurde, sowie Herrn Professor E. Palla für die mannigfaltige Unterstützung und Anregung, die mir von ihnen während meiner Untersuchungen zu Teil ward, den besten Dank auszusprechen. Auch Herrn Dr. H. v. Guttenberg fühle ich mich für die Herstellung der beigegebenen Mikrophotographien zu großem Danke verpflichtet.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1 bis 4: *Chenopodium hybridum.*

Fig. 1. Verteilung der Lichtintensitäten auf den Innenwänden der Epidermiszellen[1] beim Linsenversuche.
» 2. Innenwand einer Epidermiszelle vom Blattrande beim Linsenversuche.
» 3. Epidermiszelle mit kegelförmig-papillöser Außenwand vom Blattrande.
» 4. Epidermiszelle *a)* von der Mitte der Blattspreite, *b)* vom Blattrande.
» 5 bis 6. Epidermiszellen von *Chenopodium album* mit zweimal gebrochener Innenwand.
» 7. Fußzelle eines Haares von *Stellaria nemorum.*

Fig. 8 bis 15: *Aquilegia vulgaris.*

Fig. 8 bis 9. Epidermiszellen mit Papillen als Sammellinsen in der Mitte der Außenwand.
» 10. Desgleichen, stärker vergrößert.
» 11 bis 13. Außenwände in der Mitte der Epidermiszellen zu bikonvexen Linsen verdickt (seltener Fall).
» 14. Epidermiszelle von der Blattunterseite mit exzentrisch gelegener Papille.
» 15. Epidermiszelle von der Blattoberseite in der Flächenansicht.

Fig. 16 bis 19: *Anemone Hepatica.*

Fig. 16. Epidermiszelle vom Blattrande mit Papille als Sammellinse in der Mitte der Außenwand.
» 17. Papille bei stärkerer Vergrößerung.
» 18. Schema eines Querschnittes durch den Blattrand; Verteilung der mit Papillen ausgestatteten Zellen auf der Ober- und Unterseite des Blattes.
» 19. Flächenansicht der Epidermiszellen vom Rande der Blattunterseite mit den exzentrisch gelegenen Papillen.
» 20. Querschnitt durch Epidermiszellen von *Ranunculus platanifolius.*
» 21. Desgleichen von *Ranunculus lanuginosus.*

[1] Wenn nicht ausdrücklich eine nähere Bestimmung beigefügt wird, sind selbstverständlich immer Epidermiszellen von der Blattoberseite darunter zu verstehen.

Fig. 22 bis 24: *Thalictrum aquilegifolium.*

Fig. 22. Querschnitt durch Epidermiszellen, die eine mit »Kuppen«-Bildung.
» 23. Flächenansicht der Epidermiszellen über den Bündelverzweigungen. (die gestrichelten Kreise sollen die beim Linsenversuch entstehenden Lichtkreise andeuten).
» 24. Querschnitt von Epidermiszellen an solchen Stellen.
» 25. Epidermiszelle von einem jungen Blatte von *Cardamine trifolia.*
» 26. Desgleichen von einem ausgewachsenen Blatte.
» 27. *Impatiens parviflora.* Scharfe Abwölbung am Rande der Außenwand der Epidermiszelle.
» 28. Epidermiszellen mit mehrmals vorgewölbten Außen- und Innenwänden von demselben Blatte.
» 29. Gewöhnliche Epidermiszelle von *Viola biflora.*
» 30. Über einem Bündel befindliche Epidermiszellen von demselben Blatte.
» 33. Epidermiszellen von der Oberseite des dorsiventralen Blattes von *Pirola chlorantha.*

Tafel II.

Fig. 31. Epidermiszellen von *Viola silvestris.*
» 32. Querschnitt durch das isolaterale Blatt von *Pirola secunda* (vergl. Fig. 33).
» 34. *Lysimachia Nummularia.* Linsenversuch mit Flächenschnitten vom äußersten Blattrand der Oberseite.
» 35. Querschnitt durch einen solchen Blattrand.

Fig. 36 bis 39: *Gentiana asclepiadea.*

Fig. 36. Querschnitt durch eine junge Epidermiszelle.
» 37. Desgleichen, mit »Kuppen«-Bildung.
» 38. Epidermiszelle von einem ausgewachsenen Blatte.
» 39. Desgleichen in der Flächenansicht.

Fig. 40 bis 43: *Ajuga reptans.*

Fig. 40. Innenwand einer Epidermiszelle eines jungen Blattes beim Linsenversuche.
» 41. Ausgewachsene Epidermiszelle im Querschnitt.
» 42. Junge Epidermiszellen im Querschnitt.
» 43. Epidermiszelle von einem grundständigen Rosettenblatte.
» 44. *Ajuga Genevensis.* Junge Epidermiszelle mit Papille in der Mitte der Außenwand.
» 45. Desgleichen, Wand schwach linsenförmig verdickt.
» 46. Epidermiszelle von *Stachys silvatica* mit »Kuppen«-Bildung.

Fig. 47 bis 52: *Salvia pratensis.*

Fig. 47. Innenwand eines ocellenähnlichen Organes beim Linsenversuche.
» 48. Medianer Längsschnitt durch ein solches.
» 49 bis 51. Rückbildung eines Haares.
» 52. Rückgebildetes Haar von der Blattunterseite.

Fig. 53 bis 61: *Satureja vulgaris.*

Fig. 53. Innenwand eines ocellenähnlichen Organes und einer Epidermiszelle des III. Typus beim Linsenversuche.
» 54 bis 58. Verschiedene Formen der ocellenähnlichen Organe.
» 59. Noch nicht vollkommen zu einem solchen Organ umgebildetes Haar.
» 60. Unterer Teil eines Haares zwischen zwei Epidermiszellen.
» 61. Ein solches rückgebildet.
» 62. Epidermiszellen von *Veronica latifolia* im Querschnitt.

Fig. 63 bis 75: *Galium vernum.*

Fig. 63. Epidermiszelle mit Linse in der Mitte der Außenwand in der Flächenansicht.
» 64. Epidermiszelle mit Papille ohne verkieselte Linse in der Mitte der Außenwand.
» 65 bis 70. Verschiedene Formen verkieselter Linsen in den Außenwänden.
» 71. Einige Linsen nach Auflösung der sie einschließenden Wände mittels konzentrierter Schwefelsäure und 20% Chromsäure.
» 72. Chemischer Bau der Außenwand einer Epidermiszelle: Cell. = Celluloseschicht, cut. = Cuticularschicht, K. = verkieselter Pfropf, Cut. = Cuticula.

Tafel III.

Galium vernum.

Fig. 73 bis 74. Rückgebildete Haare vom Blattrande.
» 75. Epidermiszelle mit papillös vorgewölbter und stark verdickter Außenwand über einem kleinen Bündel.

Fig. 76 bis 83: *Galium Cruciata.*

Fig. 76 bis 78. Querschnitte durch Haare mit ihren papillösen Postamentzellen; Fig. 76 vom äußersten Blattrande, Fig. 77 und noch mehr Fig. 78 von diesem entfernt.
» 79. Flächenansicht eines Bandes von Epidermiszellen mit Papillen in ihren Außenwänden über einem Bündel.
» 80 bis 81. Epidermiszellen mit ihren Papillen aus der Mitte eines solchen Bandes.
» 82 bis 83. Epidermiszellen mit ihren Papillen vom Rande eines solchen Bandes.

Fig. 84 bis 93: *Campanula patula.*

Fig. 84 bis 90. Verschiedene Formen von verkieselten Linsen in den Außenwänden der Epidermiszellen vom Blattrande.
» 91. Epidermiszelle mit kegelförmig vorgewölbter Außenwand ohne Verdickung derselben und ohne Kieselpfropf.
» 92. Linse von einem napfartigen Gebilde umschlossen, welches nach Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure hervortritt.
» 93. Schichtung der Linse nach Behandlung mit Chlorzinkjod.

Fig. 94 bis 97: *Campanula Trachelium.*

Fig. 94. Epidermiszelle mit kegelförmig papillöser Außenwand.
» 95. Epidermiszellen mit »Kuppen«-Bildung in der Mitte der Außenwand.
» 96 bis 97. Querschnitt durch den Fußteil eines Haares und durch die dieses umgebenden Postamentzellen, mit Papillen.
» 98 bis 99. Verschiedene Epidermiszellen von *Majanthemum bifolium.*

Fig. 100 bis 103: *Paris quadrifolia.*

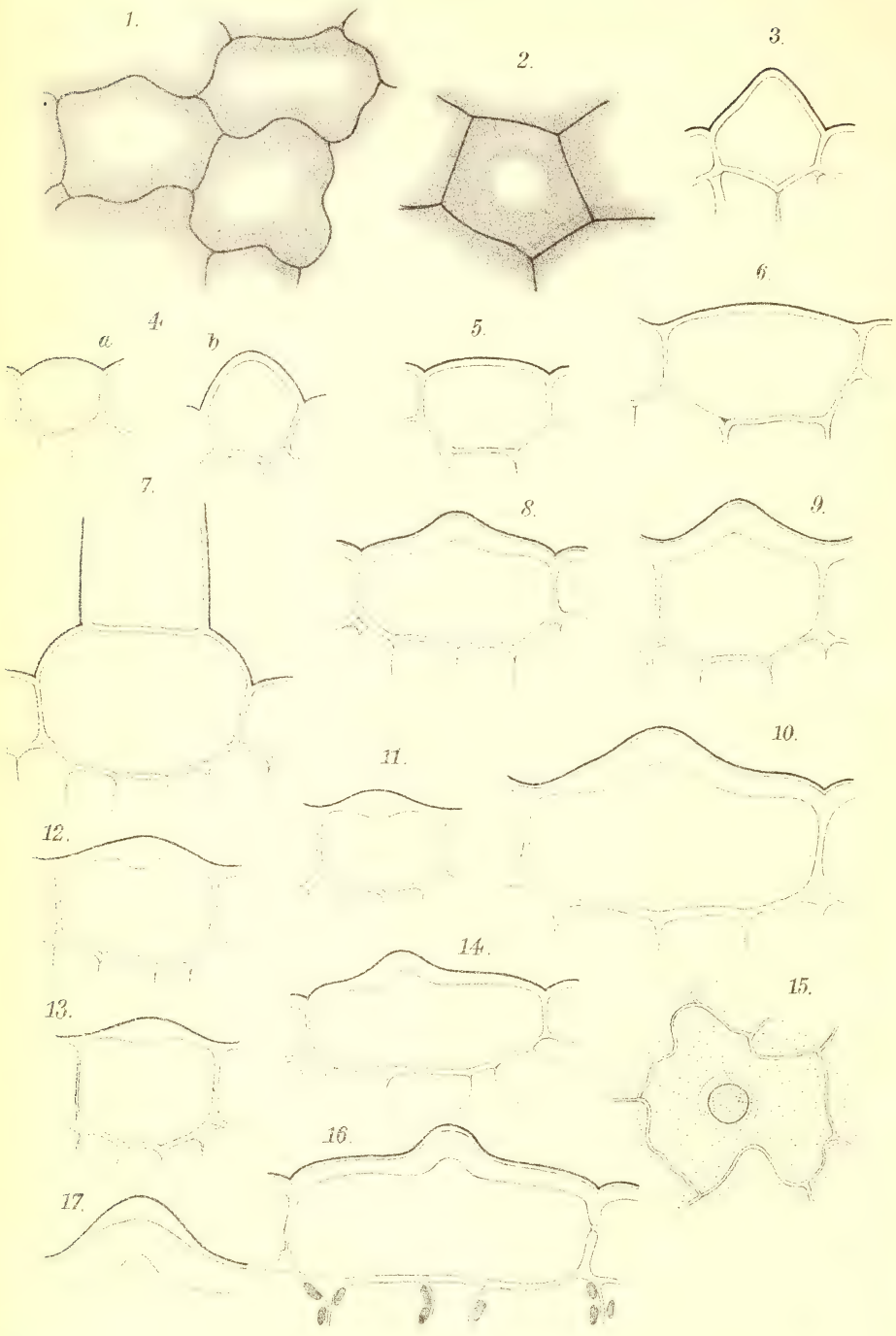
Fig. 100 bis. 101. Verschiedene Epidermiszellen beim Linsenversuche (vergl. Text p. 1349).
» 102 bis 103. Querschnitte durch Epidermiszellen.

Tafel IV.

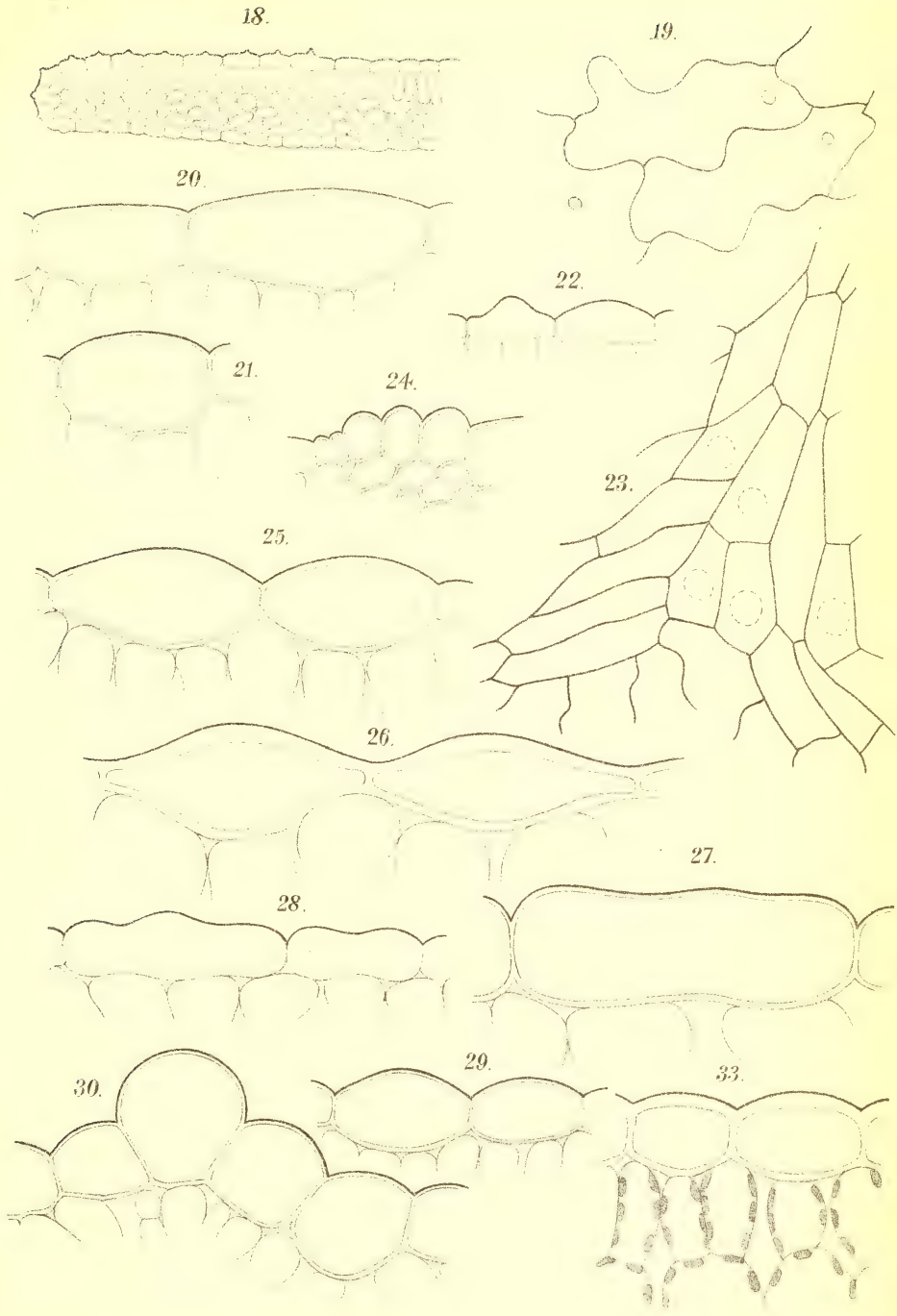
Photogramme, welche die Verteilung der Lichtintensitäten auf den Innenwänden der epidermalen Lichtsinneszellen beim Linsenversuch darstellen.[1] (Einstellung auf die Innenwände der Epidermiszellen):

Fig. 1. *Aquilegia vulgaris.*
» 2. *Anemone Hepatica.*

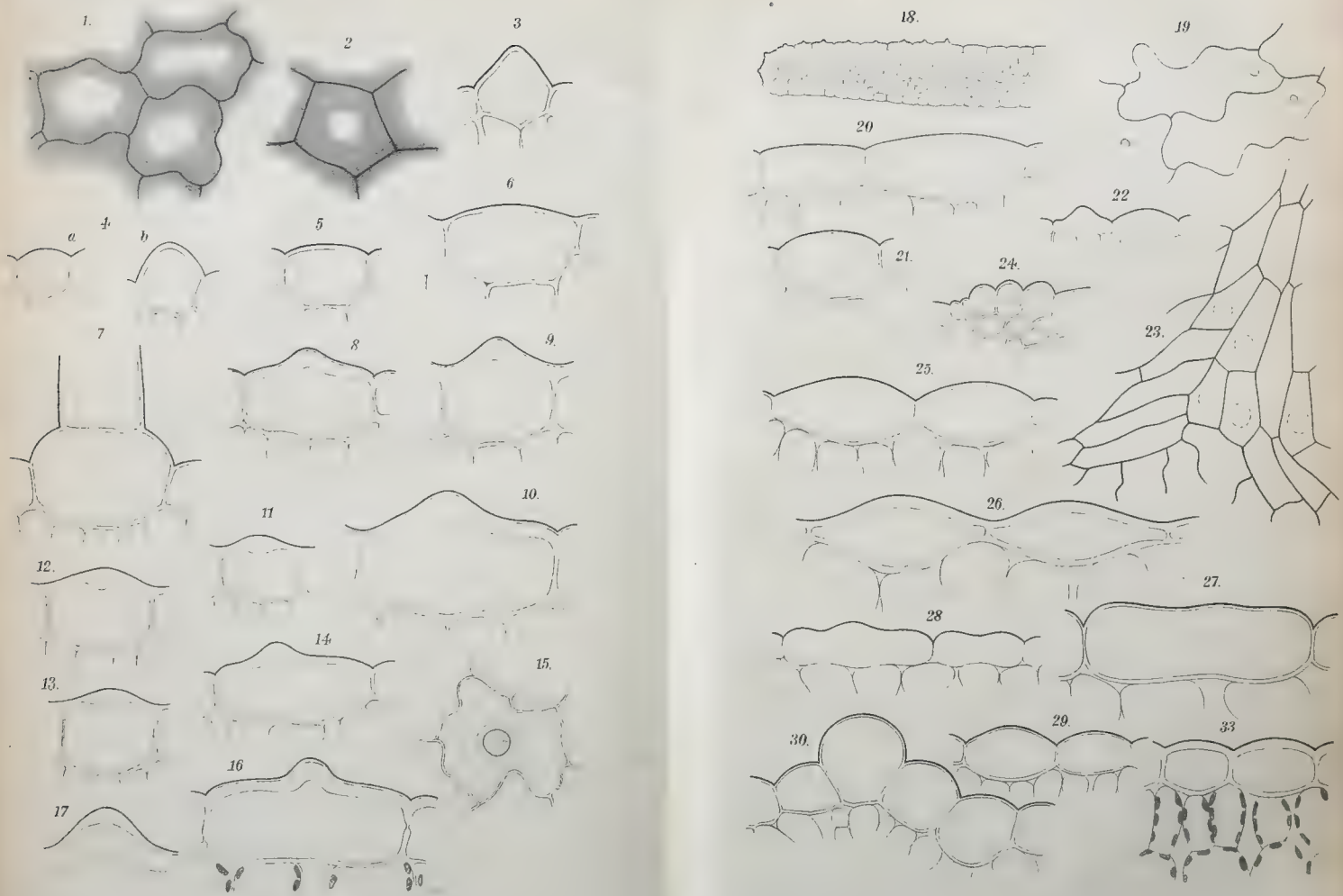
[1] Die Photogramme wurden natürlich ohne jede Retouche angefertigt.



F. Seefried del.

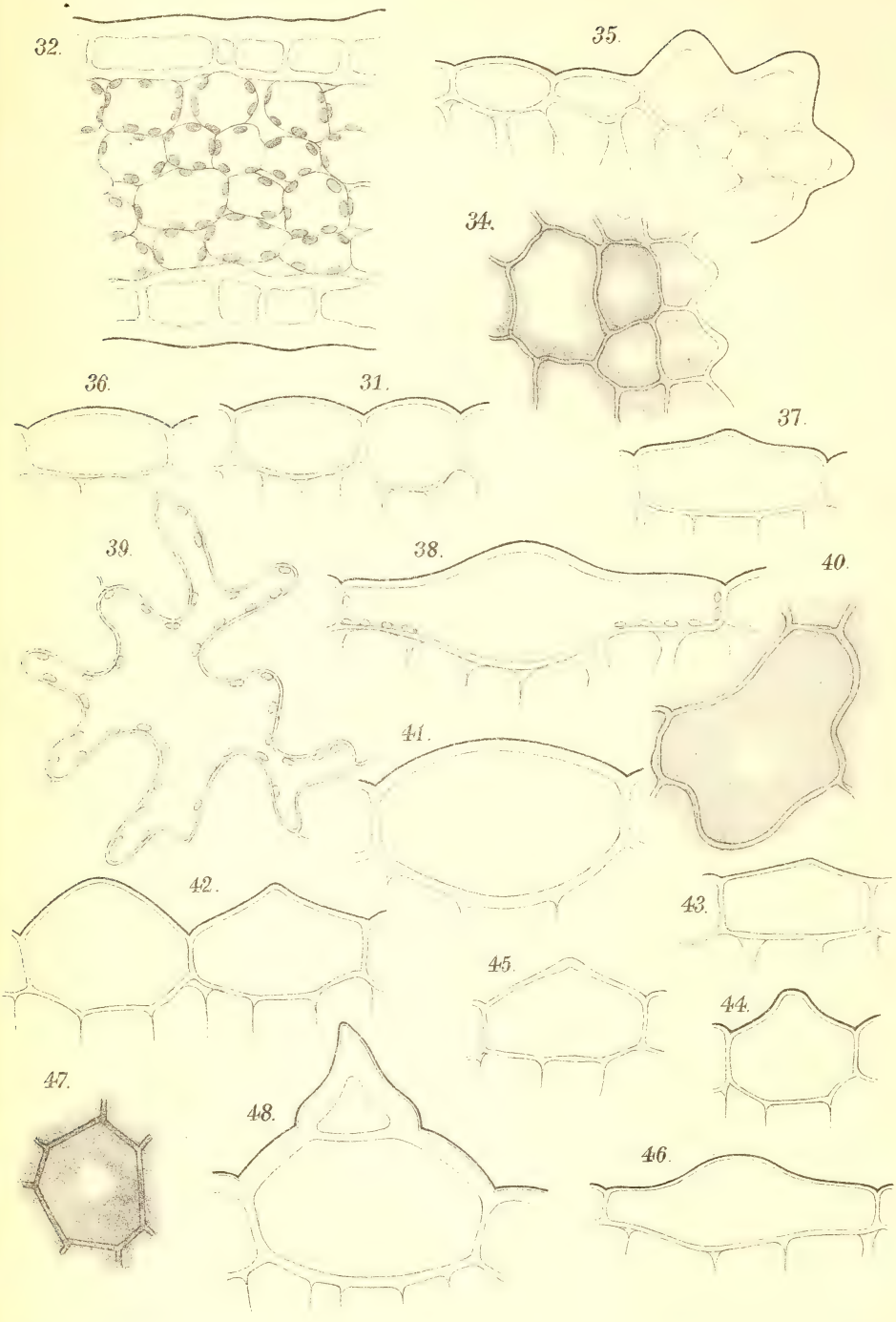


Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

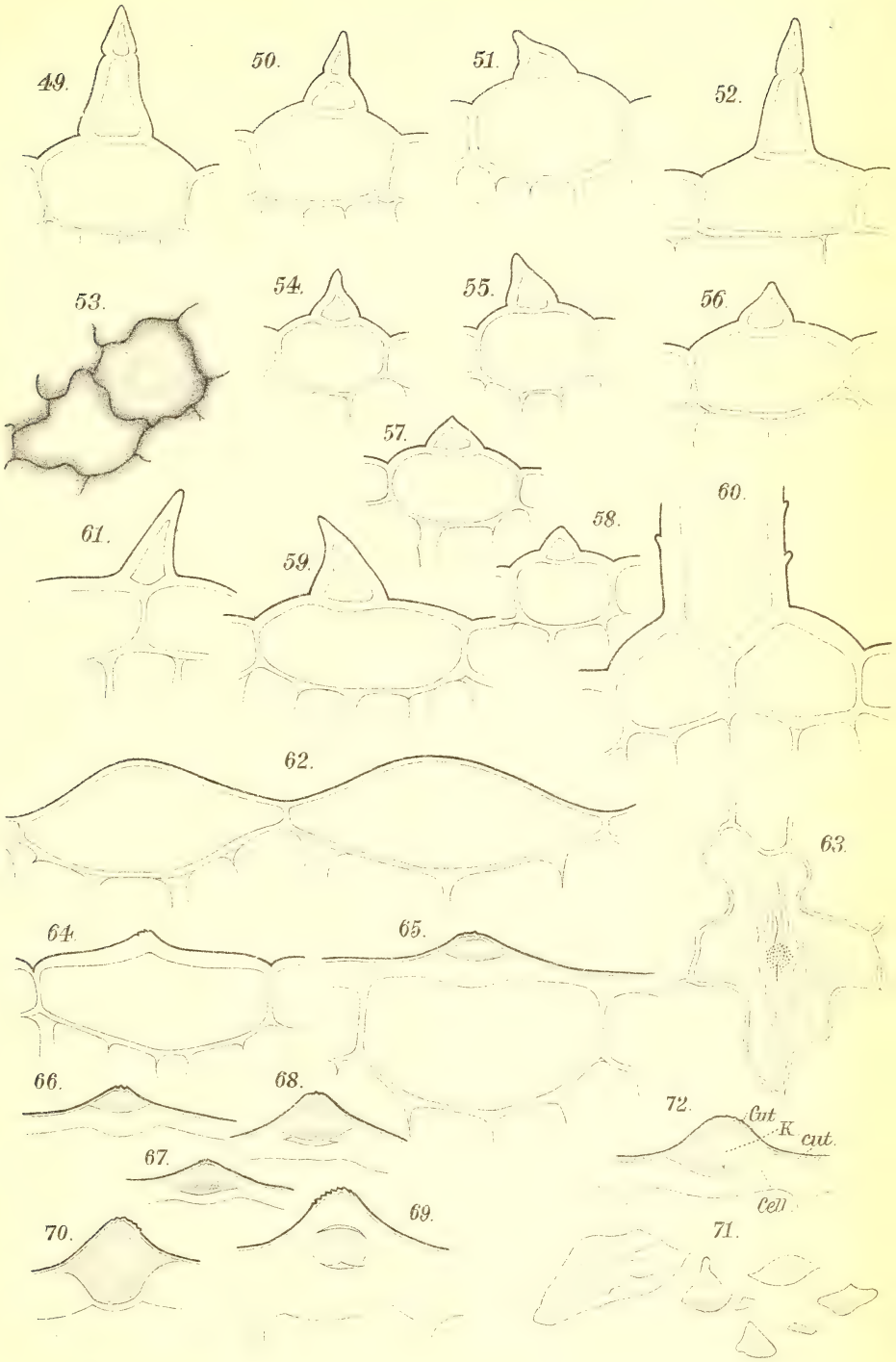


F. Seefried del

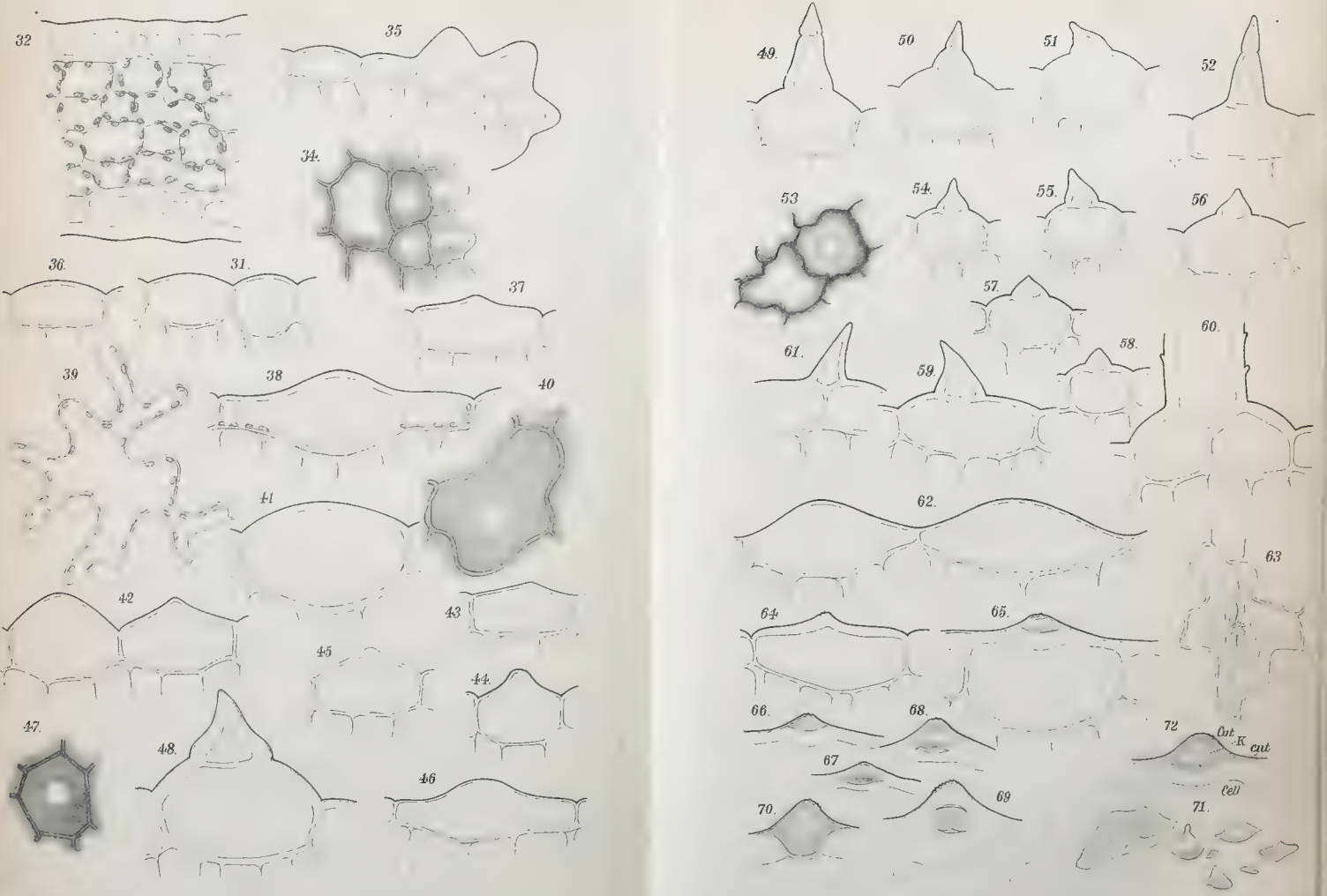
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



F. Seefried del.

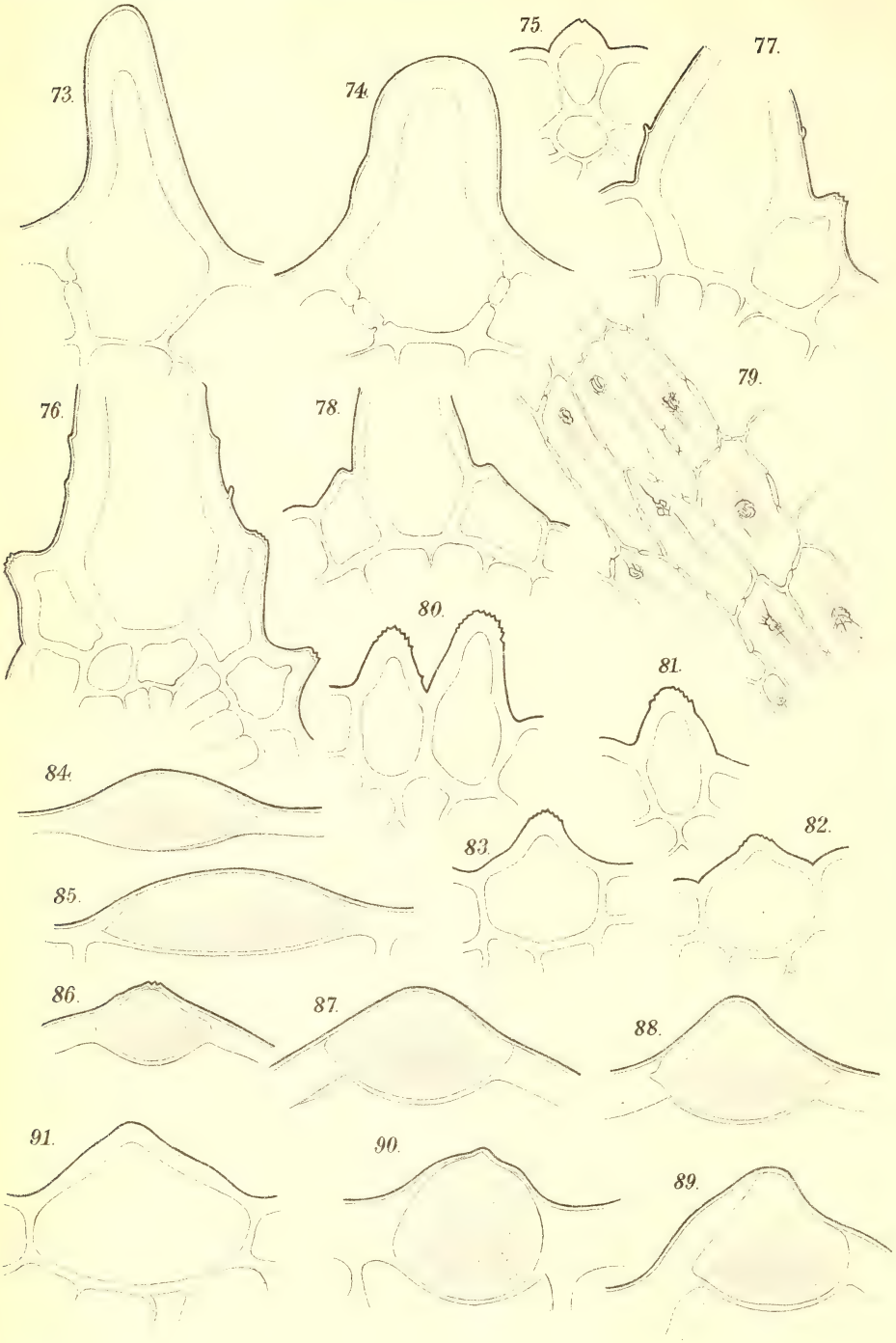


Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

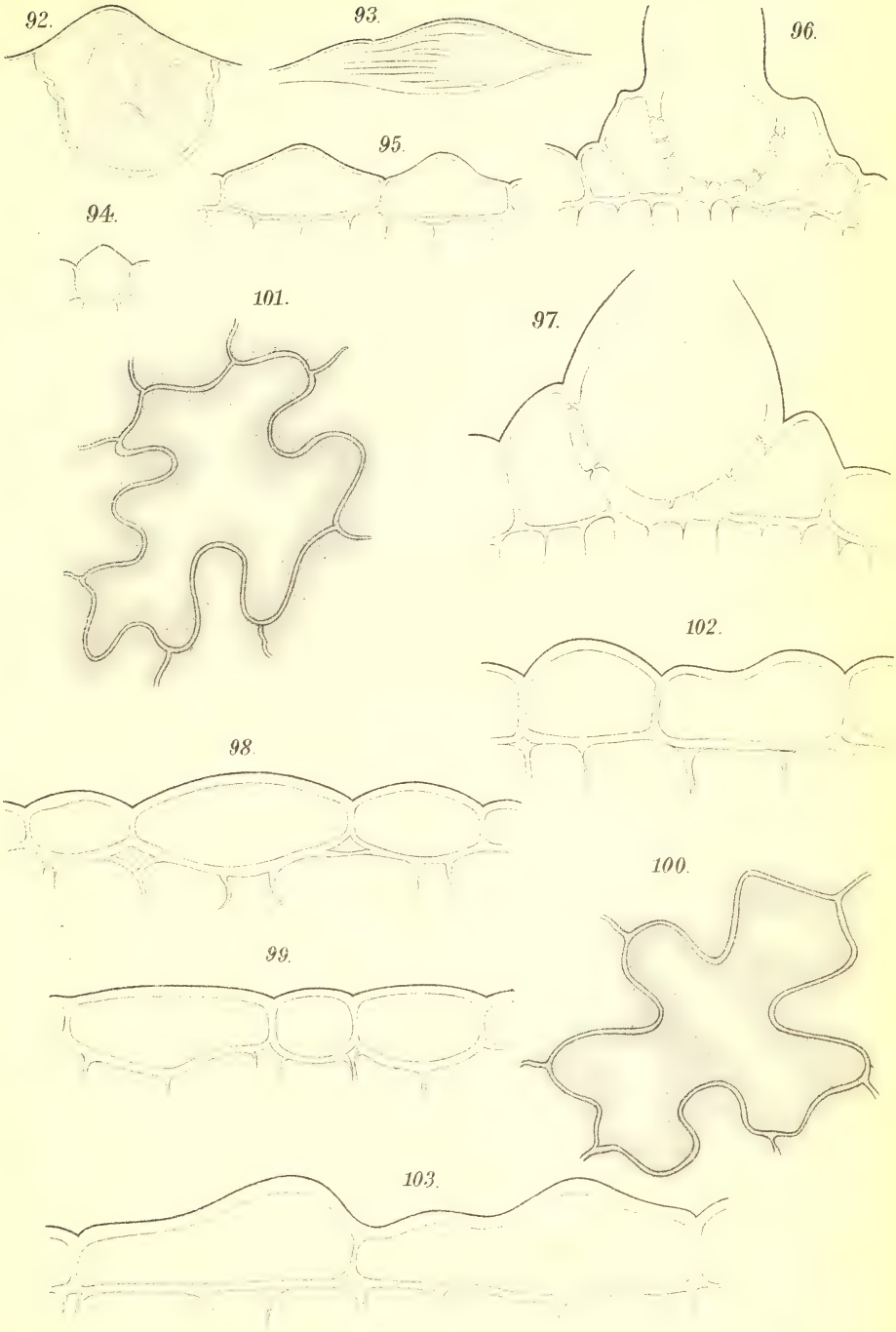


F. Seefried del

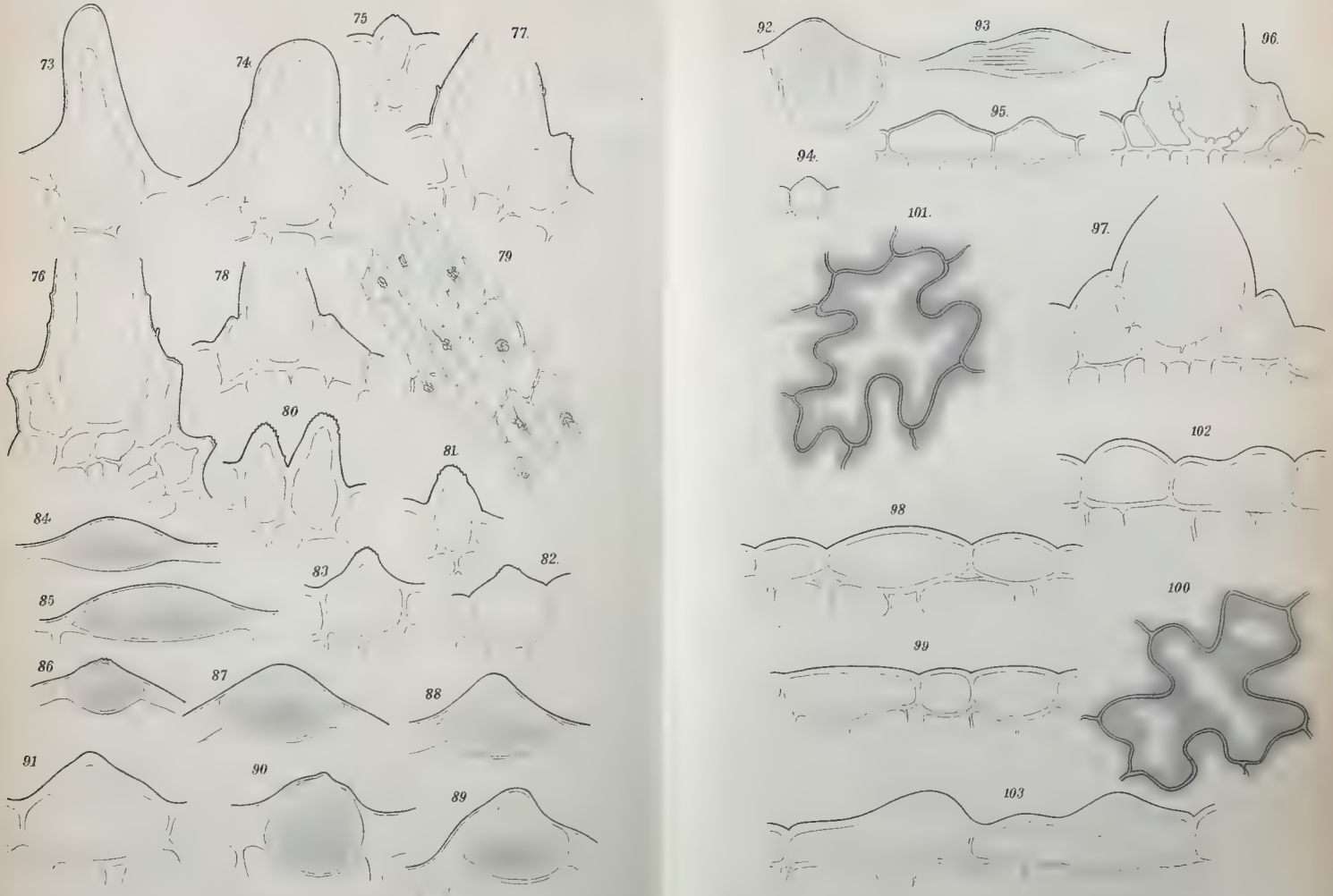
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien



F. Seefried del.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



F. Seefried del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

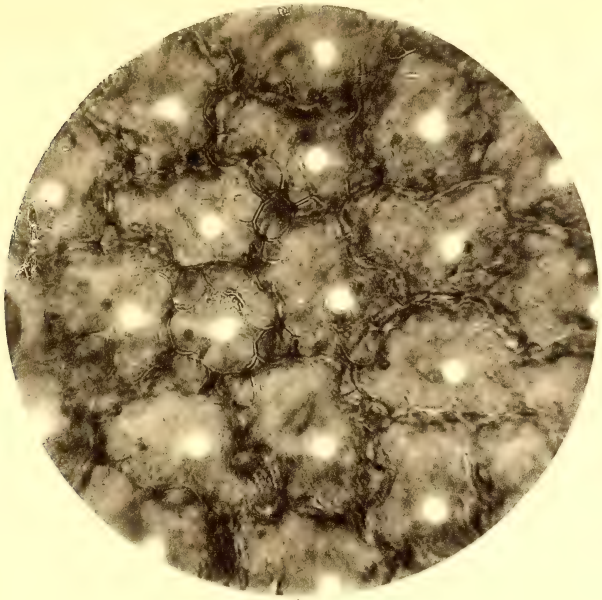


Fig. 1.

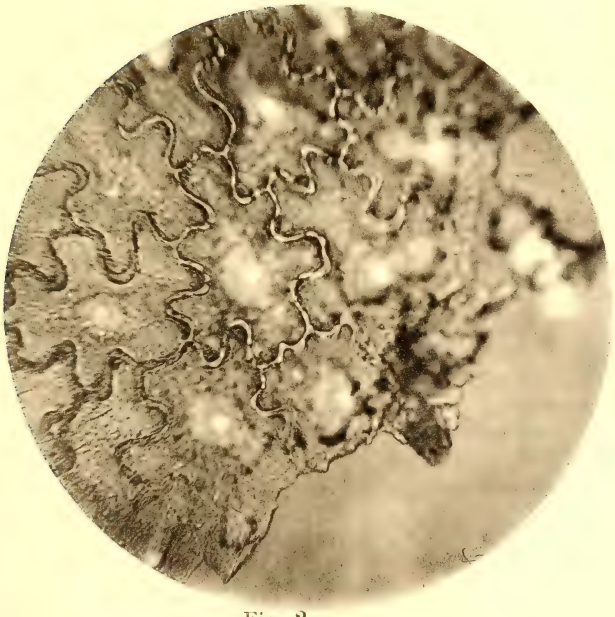


Fig. 2.

v. Guttenberg phot. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Über Formveränderungen durch Ernährungsstörungen bei Keimlingen mit Bezug auf das Etiolement

(I. Mitteilung)

von

Leopold Ritter v. **Portheim.**

(Mit 3 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Juli 1907.)

In der Literatur, welche sich mit der Ursache der eigentümlichen Gestaltsänderung im Dunkeln gezogener Pflanzen und Pflanzenteile beschäftigt, können wir, abgesehen von einigen vereinzelt gebliebenen Erklärungen, zwei Hauptrichtungen in der Deutung dieser Erscheinung unterscheiden. Die eine, vertreten durch Frank,[1] Pfeffer[2] und Wiesner,[3] sieht die Ursache des Etiolements in der Aufhebung der Lichtwirkung auf die Entwicklung der Pflanzen und mißt dem hiedurch hervorgerufenen Nährstoffmangel, wenn überhaupt, nur in zweiter Reihe eine Bedeutung zu. Die zweite Richtung, als deren Hauptvertreter Sachs[4] anzusehen ist, führt das Zustandekommen des Etiolements auf Ernährungsstörungen zurück, während dem Mangel an Licht hiebei nur mittelbar eine Rolle zukommen soll.

---

[1] Frank A. B., Lehrbuch der Botanik, 1892, I. Bd., p. 397.

[2] Pfeffer W., Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., 1897, II. Bd., p. 114.

[3] Wiesner J., Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. Erste Abhandlung. Diese Sitzungsberichte, Bd. CII, Abt. I, Juni 1893, p. 27.

[4] Sachs J., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 1887, 2. Aufl., p. 541.

Seitdem der Etiolementbegriff durch die Untersuchungen von Bonnier,[1] Benecke,[2] Frank,[3] Mer,[4] Noll,[5] Probst[6] und Wiesner[7] eine Erweiterung erfahren hat, sind neue Tatsachen für die Überverlängerung, respektive Verkümmerung von Pflanzen und Pflanzenorganen durch Störungen oder Veränderungen der Ernährung bekannt geworden.

Trotz der umfangreichen Literatur über die Gestaltsveränderung der Pflanzen im Dunkeln oder im Lichte von geringer Intensität und obgleich wir viele Aufzeichnungen über die Beeinflussung der Form der Pflanze durch Änderungen der Ernährungsverhältnisse besitzen, ist die Zahl der Arbeiten, welche die durch Veränderung der Ernährungsbedingungen hervorgerufenen Abweichungen von der Normalform in Zusammenhang mit den Etiolementserscheinungen bringen, doch verhältnismäßig gering.

---

[1] Bonnier G., Influence de la lumière électrique continue sur la forme et la structure des plantes. Revue générale de botanique, 1895, T. VII, p. 241, 336, 413 (Étiolement vert).

[2] Benecke W., Über Kulturbedingungen einiger Algen. Botanische Zeitung, 1898, H. V, p. 83, 89 (Etiolement aus Stickstoffhunger). — Benecke W., Über die Keimung der Brutknospen von *Lunularia cruciata*. Botanische Zeitung, 1903, H. II, p. 41.

[3] Frank A. B., l. c., p. 388 (Thermoëtiolement), p. 391 (Photoëtiolement).

[4] Mer E., Des causes diverses de l'étiolement des plantes. Comptes rendus, 1882, Bd. 95, p. 487.

[5] Noll E., Über das Etiolement der Pflanzen. Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn, 1901. Sitzung vom 13. Mai 1901, Sep. A. (Dunkel-Etiolement, Hunger-Etiolement, Zeugungs-Etiolement). — Noll E., Bonner Lehrbuch, 1904, 6. Aufl., p. 211 (Blüh- und Winde-Etiolement).

[6] Probst O., Einfluß des Stickstoffes auf die Pflanzenentwicklung mit besonderer Berücksichtigung des Wurzelsystems. Inauguraldissertation. Basel, 1901.

[7] Wiesner definiert in seinen Vorlesungen das Etiolement als jene Formveränderung, welche Pflanzen erleiden, wenn sie unterhalb des Lichtgenußminimums wachsen.

Sachs,[1] Amelung,[2] Jost,[3] Téodoresco,[4] Busch[5] und Dubbels[6] haben bei ihren Versuchen eine stärkere, in manchen Fällen beinahe normale Entwicklung der verdunkelten Pflanzenteile bei reichlicher Zufuhr von Nährstoffen durch die assimilative Tätigkeit der belichteten Blätter erreicht und Sachs[7] hat auf die kräftigere Entfaltung der Keimlinge, Rhizom- und Zwiebeltriebe im Dunkeln, wenn denselben reichliche Reservestoffnahrung zur Verfügung stand, hingewiesen.

Wie aber das Wachstum belichteter oder verdunkelter Pflanzen und Pflanzenorgane durch Verminderung der ihnen zu Gebote stehenden Nährstoffmengen, sei es durch Zufuhr geringerer Quantitäten von Nährstoffen, sei es durch Verringerung der Konzentration der dargebotenen Stoffe, beeinflußt wird, wurde mit Bezug auf die Etiolementfrage, abgesehen von den Versuchen im kohlensäurefreien oder nahezu kohlensäurefreien Raume,[8] noch nicht untersucht.

---

[1] Sachs J., Wirkung des Lichtes auf die Blütenbildung unter Vermittlung der Laubblätter. Botanische Zeitung, 1865, p. 120, 135. — Sachs J., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 1887, p. 348, 540.

[2] Amelung E., Über Etiolement (Vorläufige Mitteilung). Flora, 1894, p. 204.

[3] Jost L., Über die Abhängigkeit des Laubblattes von seiner Assimilationstätigkeit. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XXVII, H. 3.

[4] Téodoresco E. C., Action indirecte de la lumière sur la tige et les feuilles. Revue générale de botanique, 1899, T. XI, p. 369, 430.

[5] Busch H., Untersuchungen über die Frage, ob das Licht zu den unmittelbaren Lebensbedingungen der Pflanzen oder einzelner Pflanzenorgane gehört. Inauguraldissertation, Leipzig, 1889.

[6] Dubbels H., Über den Einfluß der Dunkelheit auf die Ausbildung der Blätter und Ranken einiger Papilionaceen. Inauguraldissertation, Kiel, 1904.

[7] Sachs J., Über den Einfluß des Tageslichtes auf Neubildung und Entfaltung verschiedener Pflanzenorgane. Botanische Zeitung, 1863, Beilage, p. 27.

[8] Godlewski E., Abhängigkeit der Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern von dem Kohlensäuregehalt der Luft. Flora, 1873, p. 378. — Godlewski E., Zur Kenntnis der Ursachen der Formveränderung etiolierter Pflanzen. Botanische Zeitung, 1879, Nr. 6, p. 81. — Jost L., l. c. — Vines S. H., The influence of light upon the growth of leaves. Arbeiten des botanischen Institutes in Würzburg, 1882, II. Bd., p. 114. — Vöchting H., Über die Abhängigkeit des Laubblattes von seiner Assimilationstätigkeit. Botanische Zeitung, 1891, Nr. 8, p. 113, Nr. 9, p. 129.

Ferner blieb auch die Frage offen, ob, wenn die Pflanze ihre Nährstoffe aus mehreren Quellen bezieht, eine Korrelation in der Benützung dieser verschiedenen Nährstoffquellen vorhanden ist.

Bei der Prüfung dieser Fragen muß natürlich das Entwicklungsstadium der Versuchspflanzen berücksichtigt werden.

Ich habe daher zu meinen Versuchen bloß Keimlinge verwendet.

Die ersten Versuche hatten den Zweck, festzustellen, in welcher Weise das Wachstum von Keimlingen im Licht und im Dunkeln beeinflußt wird, wenn den Pflanzen nicht die Nährstoffmengen dargeboten werden, welche ihnen unter normalen Verhältnissen zur Verfügung stehen.

Für diese Untersuchungen schienen Keimlinge besonders geeignet zu sein, da die Menge der ihnen in den drei Nährstoffquellen gebotenen Stoffe (Kohlensäure der Luft, anorganische Nährstoffe der Nährlösung und Reservestoffe der Kotyledonen) leicht variiert werden kann.

Man ist also im Stande einerseits die Wirkung der Mengenveränderung je einer Nährstoffquelle auf das Wachstum zu beobachten, andrerseits zu untersuchen, ob, wenn die Stoffe einer Nährstoffquelle in geringerer Menge vorhanden sind, dies in erhöhtem Maße eine Inanspruchnahme der beiden anderen zur Folge hat.

Vor allem war festzustellen, welche Veränderung das Wachstum der Keimlinge durch Verringerung der zur Verfügung stehenden Reservestoffe der Keimblätter erfährt. Ich beschränkte mich vorläufig auf die Beobachtung von Keimlingen mit epigäischen Kotyledonen im Lichte.

Von diesen Untersuchungen sind die mit *Phaseolus vulgaris* bereits zu einem gewissen Abschlusse gelangt. Über die erzielten Resultate soll in dieser ersten Mitteilung Bericht erstattet werden.

Sachs,[1] van Tieghem,[2] Marek[3] und anderen Forschern verdanken wir Angaben über das Wachstum von Keimlingen, die eines Teiles oder aller Reservestoffe beraubt wurden. Es wurden Pflänzchen erzielt, welche im Wachstum den Normalen gegenüber zurückblieben, und zwar um so mehr, je geringer die ihnen belassenen Reservestoffmengen waren.

F. Haberlandt[4] hat jüngere Stadien von Weizen-, Gerste- und Hafer-Keimlingen, denen vor der Aussaat $^3/_4$, $^1/_2$ oder $^1/_4$ des Endosperms weggeschnitten worden war, mit normalen Keimlingen dieser Getreidearten verglichen. Er beobachtete das raschere Auflaufen der verletzten Keimlinge den unverletzten gegenüber und fand, daß sich erstere, insbesondere die, welchen bloß das halbe Endosperm verblieben war, anfangs rascher entwickelten als die letzteren; doch wurden die Keimlinge der verstümmelten Körner bald von denen der unverletzten Körner überholt.

Schließlich waren die Keimlinge der ganzen Körner die längsten, denen dann die mit $^3/_4$, $^1/_2$ und $^1/_4$ Endosperm der Reihe nach folgten.

Die Versuchsanstellung bei meinen Untersuchungen war die folgende:

Bei jeder Versuchsreihe wurden fünf Gläser in einem größeren feuchten Raume aufgestellt, so daß die Keimlinge, mit welchen diese Gläser beschickt wurden, den gleichen Feuchtigkeits-, Licht- und Temperaturverhältnissen ausgesetzt waren.

---

[1] Sachs J., Physiologische Untersuchungen über die Keimung der Schminkbohne *(Phaseolus multiflorus)*. Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie, 1892, p. 596.

[2] Van Tieghem Ph., Recherches physiologiques sur la germination. Annales des sciences naturelles. V. Sér. Botanique. 1873. T. XVII, p. 205.

[3] Marek G., Das Saatgut und dessen Einfluß auf Menge und Güte der Ernte. Wien, 1875, p. 147.

[4] Haberlandt Friedr., Verschiedene Beobachtungen und kleine Versuche, ausgeführt im Gewächshause der Lehrkanzel des Pflanzenbaues. Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. Mitteilungen aus dem landwirtschaftlichen Laboratorium der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien, 1875, I. Bd., p. 234.

Als Nährflüssigkeit diente Wasser der hiesigen Hochquellenleitung, in welchem *Phaseolus vulgaris* sich gut entwickelt und zur Blüte- und Fruchtbildung gebracht werden kann.

Eine Umkleidung der Kulturgefäße mit schwarzem Papier wurde bei diesen Versuchen unterlassen, es soll dies später der Kontrolle halber geschehen.

Ursprünglich wurde jedes Glas mit acht annähernd gleich langen Keimlingen besetzt. Später wurden nur drei bis fünf Keimlinge verwendet, da dies die Messung erleichterte und Verletzungen von Pflanzenteilen dadurch möglichst vermieden wurden.

Die Keimlinge, welche ich gewöhnlich jeden zweiten Tag maß, wurden mit den Wurzeln in die Maschen des Organtins, mit dem die Gläser bespannt waren, gesteckt oder, wenn Organtin nicht zur Verwendung kam, in vernickelten eisernen Ösen, welche über dem Glase in verschiedener Höhe angebracht werden konnten, befestigt oder endlich mit Bindfaden an Stäbchen angebunden, so daß sie behufs Messung leicht aus der Nährlösung herausgenommen werden konnten. Diese Methode ermöglichte auch eine Orientierung der Keimlinge in der Weise, daß nur die Wurzeln oder bloß die untersten Teile des Hypokotyls ins Wasser tauchten.

In einem Glase befanden sich Keimlinge von *Phaseolus vulgaris*, welche unverletzt blieben und zur Kontrolle dienten. Das zweite Glas enthielt Keimlinge, denen zirka die Hälfte eines Keimblattes,[1] das dritte Keimlinge, denen ein ganzer Kotyledo abgenommen worden war. Den Keimlingen des vierten Glases wurde ein ganzer und beiläufig die Hälfte des zweiten Kotyledo abgeschnitten, während das fünfte Glas mit den beider Kotyledonen beraubten Embryonen beschickt wurde.

Es sei erwähnt, daß, wenn im nachfolgenden von einem halben Kotyledo die Rede ist, dies nur der Kürze wegen geschieht, da es nicht immer möglich war, genau die Hälfte eines Keimblattes abzutrennen.

---

[1] Die Abtrennung des halben Kotyledo erfolgte durch einen Querschnitt.

Es wurden 28 Versuchsreihen aufgestellt. Eine mißlang vollständig, drei (I bis III) dienten zu Vorversuchen.

Hypokotyle.

Aus der Tabelle I, p. 1366—1367 ist die Nummer der Versuchsreihe, das Datum des Versuchsbeginnes, die Anzahl der pro Glas verwendeten Keimlinge und die Gesamtlänge der Hypokotyle und Wurzeln zur Zeit der Versuchsaufstellung zu ersehen.

Es wurden 546 Keimlinge zu den Versuchen verwendet. Hievon entfallen

117 Stück mit einer Durchschnittslänge des Hypokotyls von 1·83 *cm* auf Keimlinge, welche unverletzt blieben;

96 Stück mit einer Durchschnittslänge des Hypokotyls von 1·63 *cm* auf Keimlinge mit $1^1/_2$ Kotyledonen;

117 Stück mit einer Durchschnittslänge des Hypokotyls von 1·88 *cm* auf Keimlinge mit einem Kotyledo;

112 Stück mit einer Durchschnittslänge des Hypokotyls von 1·83 *cm* auf Keimlinge mit einem halben Kotyledo;

104 Stück mit einer Durchschnittslänge des Hypokotyls von 1·84 *cm* auf Keimlinge, denen beide Keimblätter abgenommen wurden.

Die Wurzellängen waren zur Zeit der Versuchsaufstellung die folgenden:

Keimlinge mit 2 Kotyledonen. Stück: 104. Durchschnittslänge der Wurzel: 1·98 *cm*.

Keimlinge mit $1^1/_2$ Kotyledonen. Stück: 96. Durchschnittslänge der Wurzel: 2·10 *cm*.

Keimlinge mit 1 Kotyledo. Stück: 104. Durchschnittslänge der Wurzel: 2·02 *cm*.

Keimlinge mit $^1/_2$ Kotyledo. Stück: 104. Durchschnittslänge der Wurzel: 2·00 *cm*.

Keimlinge mit 0 Kotyledonen. Stück: 96. Durchschnittslänge der Wurzel: 2·08 *cm*.

Tabelle I.

Nummer der Versuchsreihe	Datum der Aufstellung	Anzahl der pro Glas verwendeten Keimlinge	Hypokotyle: Von den Kotyledonen verblieben an den Keimlingen					Wurzeln: Von den Kotyledonen verblieben an den Keimlingen					
			2	$1^1/_2$	1	$^1/_2$	0	2	$1^1/_2$	1	$^1/_2$	0	
			Gesamtlänge in Zentimetern					Gesamtlänge in Zentimetern					
I	27. Februar	8	30·8	—	32·8	32·5	30·8	—	—	—	—	—	Von den Keimlingen wurde die Wurzel über dem Wurzelhals abgeschnitten.
II	4. März	8	11·3	—	13·9	15·1	—	17·0	—	13·5	16·0	—	
III	9. »	5	15·9	—	14·9	—	—	—	—	—	—	—	Von den Keimlingen wurde die Wurzel und ein Teil des Hypokotyls abgeschnitten.
IV	22. September	5	6·0	6·0	6·4	5·5	6·0	6·9	6·3	6·8	7·6	10·0	
V	29. »	5	8·9	8·7	9·1	9·3	10·0	17·0	20·9	23·3	22·5	20·3	Von den Keimlingen wurde die Wurzel und ein Teil des Hypokotyls abgeschnitten.
VI	7. Oktober	4	6·7	6·7	6·8	6·8	6·7	6·7	5·6	6·4	7·4	6·8	
VII	7. »	5	7·8	7·8	8·0	8·0	8·0	15·4	19·3	16·1	18·4	16·5	Von den Keimlingen wurden die Wurzeln und ein Teil des Hypokotyls abgeschnitten.
VIII	27. »	8	11·3	11·7	11·6	11·5	11·9	13·2	12·4	12·4	13·3	12·7	

IX	7. November	3	4·7	4·8	4·8	4·7	4·7	3·9	4·3	3·8	3·0	3·5		
X	17. »	3	5·5	5·4	5·6	5·5	5·6	6·8	8·8	7·9	6·8	7·3		
XI	21. »	3	5·9	5·8	5·8	5·6	5·7	8·8	6·1	6·4	6·4	4·5		
XII	25. »	3	5·8	5·9	6·0	6·0	6·2	8·7	8·8	9·2	6·4	9·0		
XIII	2. Dezember	3	4·8	4·9	4·9	5·0	5·2	5·0	5·7	5·5	5·5	5·0		
XIV	14. »	3	5·5	5·6	5·4	5·5	5·6	6·5	10·4	7·1	8·1	9·0		
XV	9. »	3	5·6	5·5	5·3	5·3	5·5	10·4	8·2	7·0	8·1	9·3		
XVI	21. »	3	5·4	5·4	5·4	5·3	5·6	6·5	6·0	5·6	6·8	6·6		
XVII	16. Jänner	3	5·8	5·8	5·8	5·9	6·2	8·8	9·6	10·8	9·4	9·7		
XVIII	17. »	3	6·2	6·2	6·1	6·1	6·2	8·8	8·0	8·6	7·9	9·3		
XIX	15. Februar	3	5·9	5·9	5·9	5·9	5·8	6·0	9·7	7·1	6·1	5·5		
XX	18. Jänner	3	4·3	4·3	4·3	4·3	4·5	3·7	3·4	3·5	3·3	4·5		
XXI	1. Oktober	4	6·8	6·8	6·9	6·9	7·0	8·2	9·4	9·7	8·3	8·5		
XXII	17. »	4	6·6	6·6	6·6	6·6	6·6	5·8	6·5	7·6	5·7	9·2		
XXIII	24. »	4	6·5	6·5	6·5	6·5	6·5	9·2	9·5	8·8	10·3	9·9		
XXIV	3. November	4	6·0	6·0	6·0	6·0	6·0	5·2	4·6	4·1	4·3	4·5		
XXV	10. »	5	6·9	6·9	6·9	6·9	6·9	4·5	4·2	5·6	5·0	6·6		
XXVI	24. »	4	5·2	5·2	5·2	5·2	5·2	2·0	3·0	2·6	3·1	2·7		
XXVII	11. Dezember	8	12·5	12·5	12·5	12·5	12·5	10·6	11·2	10·2	8·3	8·8		

Um festzustellen, in welcher Weise das Wachstum des Hypokotyls bei Verminderung der den Keimlingen zur Verfügung stehenden Reservestoffe beeinflußt wird, wenn die Hypokotyle nicht in Verbindung mit den Wurzeln sind, also die Korrelation dieser beiden Organe gestört wird, wurden den Keimlingen bei den Versuchsreihen I, III, V, VII die Wurzeln abgeschnitten.

Von den wurzellosen Keimlingen entfielen

auf die	mit 2	Keimblättern	23	Stück,
» »	» $1^1/_2$	»	10	»
» »	» 1	Keimblatt	23	»
» »	» $^1/_2$	»	18	»
» »	» 0	»	18	»

In der Tabelle II (p. 1370 bis 1375) wird angegeben, wie sich die Hypokotyle in den nächsten 10 Tagen nach der Aufstellung entwickelt haben.

Die an diesen Tagen in den fünf Kulturgläsern erreichten Gesamtlängen[1] der Hypokotyle der Versuchspflanzen sind hier übersichtlich zusammengestellt; gleichzeitig wird angegeben, wie viele Keimlinge von jedem Kulturglas gemessen wurden. Letzteres erwies sich als notwendig, da manchmal einige der Keimlinge während der Versuchsdauer zu Grunde gingen.

Verletzte Pflanzen oder solche, bei denen ein oder mehrere Organe erkrankt waren, wurden gemessen und sind die hiefür gefundenen Werte in den angegebenen Zahlen enthalten.

Es ist selbstverständlich, daß an jedem Tage nicht an der gleichen Anzahl von Bohnen Messungen vorgenommen werden konnten; es soll daher im nachfolgenden die Stückzahl der an den einzelnen Tagen gemessenen Pflanzen und deren Durchschnittslänge in Zentimetern angegeben werden.

Zur Berechnung der Durchschnittslänge der Hypokotyle wurden auch die ohne Wurzeln kultivierten Keimlinge herangezogen, da sich gezeigt hatte, daß sie sich so wie die normalen entwickelten.

---

[1] Die Längen der Organe sind in der Abhandlung stets in Zentimetern angegeben.

	Keimlinge mit									
	2 Kotyledonen		$1^1/_2$ Kotyledonen		1 Kotyledo		$^1/_2$ Kotyledo		0 Kotyledonen	
	St.	Hypokotyl	St.	Hypokotyl	St.	Hypokotyl	St.	Hypokotyl	St.	Hypokotyl
Aufstellungstag	117	1·83	96	1·63	117	1·88	112	1·83	104	1·84
3. Tag	99	3·41	82	2·96	95	3·66	95	3·51	87	2·43
4. »	26	4·62	26	5·00	26	5·37	26	5·03	26	2·20
5. »	110	6·90	88	6·73	108	7·57	104	7·09	96	2·69
6. »	16	9·62	8	8·98	16	9·18	16	7·43	8	2·63
7. »	65	9·26	61	9·54	66	9·41	60	8·47	55	2·56
8. »	14	9·5	15	10·46	15	8·59	15	10·03	15	2·71
9. »	30	10·55	30	10·18	28	10·70	28	9·29	14	3·22
10. »	23	10·80	11	11·14	19	10·06	19	8·68	11	2·7
11. »	7	11·46	9	12·43	9	12·37	7	11·5	5	3·00

Bei Durchsicht dieser Zusammenstellung fällt vor allem auf, daß vom siebenten Tage an manchmal Durchschnittswerte gefunden werden, welche kleiner sind als die nächst vorhergehenden.

Dies ist darauf zurückzuführen, daß von diesem Tage an durch das Zugrundegehen einiger Kulturen nicht mehr genügendes Versuchsmaterial zur Verfügung stand und daher manchmal gerade Versuchsreihen mit nur kleinen Individuen zur Messung gelangten, wodurch natürlich der Durchschnittswert herabgedrückt wurde.

Andrerseits kam es auch vor, daß nur Versuchsreihen mit längeren Keimlingen gemessen wurden; in diesen Fällen wurden besonders hohe Werte erzielt, wie z. B. am elften Tage.

Während also die Durchschnittswerte der ersten sechs Tage ziemlich das richtige Verhältnis angeben und man sich mit der korrigierten zweiten Dezimalstelle begnügen kann, ist bei den nächsten Tagen die Fehlergrenze eine viel weitere und erfordert eine noch stärkere Korrektur.

Tabelle

Nummer der Versuchsreihe	Dritter Tag										Vierter			
	Stück	2 Kotyledonen[1]	Stück	$1^1/_2$ Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	$^1/_2$ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	$1^1/_2$ Kotyledonen
I	8	63·7	—	—	8	76·5	8	63·3	8	42·9	—	—	—	—
II	8	25·6	—	—	8	27·8	8	24·5	—	—	—	—	—	—
III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	4	10·8	4	10·2	4	10·6	4	10·2	4	8·0	—	—	—	—
VII	5	13·1	5	10·2	5	13·3	5	14·8	4	7·1	—	—	—	—
VIII	8	21·2	8	19·0	8	19·4	8	17·9	8	17·0	—	—	—	—
IX	3	5·7	3	7·4	3	6·8	3	6·5	3	5·9	—	—	—	—
X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	15·9	3	23·1
XI	3	12·0	3	9·9	3	11·6	3	10·8	3	6·5	—	—	—	—
XII	3	13·6	3	14·2	3	17·6	3	14·1	3	8·9	—	—	—	—
XIII	3	10·6	3	8·7	3	10·4	3	11·8	3	6·9	—	—	—	—
XIV	3	15·3	3	14·9	3	17·4	3	20·5	3	7·0	—	—	—	—
XV	3	12·7	3	13·0	—	—	—	—	—	—	3	24·7	3	24·2
XVI	3	9·7	3	9·3	3	8·3	3	13·2	3	8·6	—	—	—	—
XVII	3	11·6	3	12·4	3	14·8	3	14·1	3	8·7	3	17·5	3	19·9
XVIII	3	11·6	3	13·9	3	14·1	3	13·6	3	9·0	—	—	—	—
XIX	3	8·4	3	9·3	3	8·9	3	9·1	3	6·4	—	—	—	—
XX	3	6·6	2	4·8	2	4·4	2	4·3	3	6·1	—	—	—	—
XXI	4	10·4	4	9·8	4	9·2	4	9·9	4	9·1	—	—	—	—
XXII	4	10·7	4	11·6	4	11·9	4	11·9	4	8·1	4	19·6	4	18·8
XXIII	4	9·6	4	10·0	4	9·6	4	8·6	4	7·7	4	13·2	4	14·5
XXIV	4	9·9	4	9·7	4	9·1	4	8·6	4	7·3	—	—	—	—
XXV	5	11·0	5	10·0	5	10·1	5	9·9	5	8·6	5	14·0	5	12·1
XXVI	4	10·2	4	10·5	4	10·1	4	10·9	4	6·7	4	15·2	4	17·5
XXVII	8	23·4	8	24·2	8	25·7	8	25·3	8	15·0	—	—	—	—

[1] Der Kürze wegen werden in den Tabellen und Zusammenstellungen und 0 Kotyledonen bezeichnet.

II.

Tag						Fünfter Tag									
Stück	1 Kotyledo	Stück	$^1/_2$ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	$1^1/_2$ Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	$^1/_2$ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen
—	—	—	—	—	—	8	85·3	—	—	8	102·8	8	83·3	8	52·4
—	—	—	—	—	—	8	67·2	—	—	8	70·3	8	56·1	—	—
—	—	—	—	—	—	5	19·2	—	—	5	17·6	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	5	12·5	5	13·5	5	14·4	5	11·3	5	7·7
—	—	—	—	—	—	5	23·3	5	27·3	5	22·5	5	29·4	5	11·8
—	—	—	—	—	—	4	25·6	4	24·8	4	30·9	4	27·1	4	9·1
—	—	—	—	—	—	5	22·8	5	17·4	5	19·7	5	24·9	5	9·3
—	—	—	—	—	—	8	46·3	8	40·2	8	45·4	8	40·8	8	18·0
—	—	—	—	—	—	3	14·7	3	21·6	3	20·5	3	20·1	3	7·1
3	25·3	3	18·0	3	6·7	3	22·0	3	34·6	3	34·8	3	23·1	2	5·1
—	—	—	—	—	—	3	20·7	3	23·9	3	38·2	3	31·0	3	7·9
—	—	—	—	—	—	3	35·1	3	31·5	3	41·0	3	29·7	3	9·8
—	—	—	—	—	—	3	26·5	3	24·7	3	23·5	3	31·0	3	7·5
—	—	—	—	—	—	3	43·5	3	38·8	3	39·1	3	39·4	3	7·8
3	26·9	3	27·3	3	8·5	3	34·8	3	34·3	3	35·3	3	34·9	3	8·8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	23·0	3	21·7	3	9·1	3	29·2	3	28·3	3	32·3	3	30·1	3	9·4
—	—	—	—	—	—	3	18·8	3	27·5	3	30·5	3	26·5	3	10·6
—	—	—	—	—	—	3	21·5	3	20·9	3	23·2	3	20·3	3	7·4
—	—	—	—	—	—	3	12·5	2	9·7	2	10·2	2	10·4	3	7·3
—	—	—	—	—	—	4	16·3	4	21·6	4	18·2	4	22·8	4	10·9
4	24·7	4	20·0	4	8·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	12·8	4	12·5	4	8·0	4	19·9	4	19·1	4	19·8	4	17·7	4	8·1
—	—	—	—	—	—	4	20·2	4	16·6	4	16·7	4	17·0	4	7·7
5	11·9	5	12·5	5	8·8	5	20·0	5	15·6	5	17·1	5	19·6	5	8·8
4	15·1	4	18·8	4	7·2	4	29·6	4	32·2	4	26·8	4	25·8	4	7·7
—	—	—	—	—	—	8	71·6	8	67·9	7	66·3	8	65·0	8	18·2

die Keimlinge mit 2, $1^1/_2$, 1, $^1/_2$ und 0 Keimblättern nur mit 2, $1^1/_2$, 1, $^1/_2$

Tabelle

Nummer der Versuchsreihe	Sechster Tag										Siebenter			
	Stück	2 Kotyledonen	Stück	$1^1/_2$ Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	$^1/_2$ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	$1^1/_2$ Kotyledonen
I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	8	84·8	—	—	8	83·0	8	61·6	—	—	—	—	—	—
III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	19·7	—	—
IV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	45·1	4	41·2
VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	30·3	5	31·0
VIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	64·3	8	55·0
IX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	35·2	3	41·8
X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	39·2	3	43·1
XI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	10·6	3	29·3
XII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	44·0	3	37·6
XIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XIV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	36·5	3	40·3
XVI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XVII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	36·4	3	34·8
XVIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	28·9	3	35·9
XIX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	24·6	2	20·9
XX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXI	4	22·1	4	27·4	4	21·1	4	27·3	4	11·3	—	—	—	—
XXII	4	47·0	4	44·4	4	42·8	4	29·9	4	9·7	—	—	—	—
XXIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	29·4	4	27·2
XXIV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	31·9	4	38·2
XXV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	43·2	5	33·1
XXVI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXVII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	82·9	8	72·6

II (Fortsetzung).

Tag						Achter Tag									
Stück	1 Kotyledo	Stück	$^1/_2$ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	$1^1/_2$ Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	$^1/_2$ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	18·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	5	42·3	5	41·1	5	39·1	5	42·8	5	13·2
4	46·3	4	33·2	4	9·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	27·3	5	32·3	5	9·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	54·2	8	49·3	3	7·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	41·2	3	39·9	3	7·3	3	39·5	3	48·1	3	41·6	3	41·4	3	7·6
3	39·0	1	7·8	2	5·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	45·7	3	35·1	3	8·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	44·5	3	33·8	3	10·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	2	25·2	3	38·7	3	26·3	3	37·5	3	8·2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	35·6	3	35·0	3	10·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	35·5	3	33·8	3	10·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	34·3	3	32·8	3	12·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	37·2	3	33·6	3	7·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	4	26·0	4	29·0	4	21·9	4	28·8	4	11·7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	28·6	4	23·2	4	8·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	29·5	4	21·7	4	8·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	29·7	5	28·8	5	9·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	73·9	8	67·8	7	16·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle

Nummer der Versuchsreihe	Neunter Tag										Zehnter			
	Stück	2 Kotyledonen	Stück	1½ Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	½ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	1½ Kotyledonen
I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	89·6	—	—
III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	45·4	—	—
VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VIII	8	64·9	8	56·5	8	55·1	8	49·7	—	—	—	—	—	—
IX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	39·9	3	48·7
X	3	43·4	3	43·3	3	39·1	1	7·8	—	—	—	—	—	—
XI	2	11·4	3	29·7	3	45·8	3	35·1	3	8·6	—	—	—	—
XII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XIV	3	47·8	3	40·9	3	39·6	3	39·8	3	8·0	—	—	—	—
XV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XVI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XVII	3	36·4	3	34·8	3	35·5	3	33·8	3	10·7	—	—	—	—
XVIII	3	28·9	3	35·9	3	34·3	3	32·8	3	12·9	—	—	—	—
XIX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	26·2	4	29·0
XXII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	47·4	4	44·8
XXIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXIV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXVI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXVII	8	83·8	7	64·3	5	50·2	7	61·0	2	4·9	—	—	—	—

II (Fortsetzung).

Tag						Elfter Tag									
Stück	1 Kotyledo	Stück	1/2 Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	1 1/2 Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	1/2 Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	84·6	8	64·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	41·6	3	41·6	3	7·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3	43·5	3	43·5	3	39·1	1	7·9	—	—
—	—	—	—	—	—	2	11·5	3	29·7	3	45·9	3	35·1	3	8·6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	2	25·2	3	38·7	3	26·3	3	37·5	2	6·4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	22·1	4	28·9	4	11·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	42·8	4	29·9	4	10·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Bei den Keimlingen ohne Kotyledonen, welche schwer zu kultivieren wären, sich nur langsam und kümmerlich weiter entwickelten und meistens bald verfaulten, treten schon in den ersten Tagen Schwankungen auf, welche aber nicht so stark sind wie bei den Keimlingen mit Kotyledonen.

Die Verwendbarkeit der Resultate wird durch diese Schwankungen aber nicht beeinflußt, da, wie wir später sehen werden, das Wachstum der Hypokotyle gewöhnlich vom siebenten Tage an abgeschlossen war.

Klarer als aus den obigen Zahlen geht aus der folgenden Zusammenstellung das Verhältnis der Länge der Hypokotyle der normalen Keimlinge zu der der Reservestoffe mehr oder weniger beraubten Keimpflanzen hervor.

Setzt man die Länge der normalen Bohnen $=1$, so erhält man für die Bohnen mit verletzten Kotyledonen folgende Verhältniszahlen:

	$1^1/_2$ Kotyledonen		1 Kotyledo		$^1/_2$ Kotyledo		0 Kotyledonen	
Aufstellungstag	0·89	−11%	1·03	+ 3%	1·00	— %	1·01	+ 1%
3. Tag	0·87	−13	1·07	+ 7	1·03	+ 3	0·71	−29
4. »	1·08	+ 8	1·16	+16	1·09	+ 9	0·48	−52
5. »	0·98	− 2	1·10	+10	1·03	+ 3	0·39	−61
6. »	0·93	− 7	0·95	− 5	0·77	−23	0·27	−73
7. »	1·03	+ 3	1·02	+ 2	0·91	− 9	0·28	−72
8. »	1·10	+10	0·90	−10	1·06	+ 6	0·29	−71
9. »	0·96	− 4	1·01	+ 1	0·88	−12	0·31	−69
10. »	1·03	+ 3	0·93	− 7	0·80	−20	0·25	−75
11. »	1·08	+ 8	1·08	+ 8	1·00	—	0·26	−74

Die Keimlinge, denen nur die Hälfte der Reservestoffe zur Verfügung stand, lieferten in den ersten Tagen (3 bis 5) die längsten Pflanzen; ihnen folgten die Keimlinge, denen nur ein halber Kotyledo verblieben war. Kürzere Hypokotyle hatten die normalen Bohnen, noch kürzere die mit $1^1/_2$ Kotyledonen.

Am meisten blieben die Keimlinge ohne Kotyledonen im Wachstum zurück.

Die Bohnen, denen nur ein halber Kotyledo abgenommen worden war, waren freilich am vierten Tage um 8% größer als die normalen, bei Zuschlag der Differenz gegenüber den Normalkeimlingen am Aufstellungstage sogar um 19%. Bei Durchsicht der Zusammenstellungen auf p. 1372—1375 und 1378—1384 bemerkt man, daß diese hohe Ziffer darauf zurückzuführen ist, daß zufälligerweise besonders große Individuen dieser Art der Versuchspflanzen an diesem Tage gemessen wurden.

In den nachfolgenden Aufstellungen wird angegeben, welche Keimlinge der einzelnen Versuchsreihen an den jeweiligen Versuchstagen die größten Durchschnittslängen der Hypokotyle aufwiesen.

Dies geschieht in der Weise, daß die Durchschnittslängen der Hypokotyle der Keimlinge in den fünf Kulturgläsern miteinander verglichen werden.[1]

Aufstellungstag.

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
IV	1	1·3 >	2	1·2 =	1½	1·2 =	0	1·2 >	½	1·1
V	0	2·0 >	½	1·9 >	1	1·8 =	2	1·8 >	1½	1·7
VI	1	1·7 =	½	1·7 =	2	1·7 =	1½	1·7 =	0	1·7
VII	1	1·6 =	½	1·6 =	0	1·6 =	2	1·6 =	1½	1·6
VIII	0	1·5 =	1½	1·5 =	1	1·5 >	½	1·4 =	2	1·4
IX	1½	1·6 =	1	1·6 =	2	1·6 =	½	1·6 =	0	1·6
X	1	1·9 =	0	1·9 >	2	1·8 =	½	1·8 =	1½	1·8

[1] Die Anordnung der infolge Korrektur der zweiten Dezimalstelle gleich erscheinenden Längendimensionen erfolgt nach Maßgabe dieser aus dem Texte nicht ersichtlichen Stelle.

Bei vollständiger Längengleichheit werden die Zahlen in folgender Weise angeordnet: 2 Kotyledonen, 1½ Kotyledonen, 1 Kotyledo, ½ Kotyledo, 0 Kotyledonen.

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
XI	2	2·0 >	1½	1·9 =	1	1·9 =	0	1·9 =	½	1·9
XII	0	2·1 >	1	2·0 =	½	2·0 =	1½	2·0 >	2	1·9
XIII	0	1·7 =	½	1·7 >	1½	1·6 =	1	1·6 =	2	1·6
XIV	1½	1·9 =	0	1·9 >	2	1·8 =	½	1·8 =	1	1·8
XV	2	1·9 >	1½	1·8 =	0	1·8 =	1	1·8 =	½	1·8
XVI	0	1·9 >	2	1·8 =	1½	1·8 =	1	1·8 =	½	1·8
XVII	0	2·1 >	½	2·0 >	2	1·9 =	1½	1·9 =	1	1·9
XVIII	2	2·1 =	1½	2·1 =	0	2·1 >	1	2·0 =	½	2·0
XIX	2	2·0 =	1½	2·0 =	1	2·0 =	½	2·0 >	0	1·9
XX	0	1·5 >	2	1·4 =	1½	1·4 =	1	1·4 =	½	1·4
XXI	0	1·8 >	1	1·7 =	½	1·7 =	2	1·7 =	1½	1·7
XXII	2	1·7 =	1½	1·7 =	1	1·7 =	½	1·7 =	0	1·7
XXIII	2	1·6 =	1½	1·6 =	1	1·6 =	½	1·6 =	0	1·6
XXIV	2	1·5 =	1½	1·5 =	1	1·5 =	½	1·5 =	0	1·5
XXV	2	1·4 =	1½	1·4 =	1	1·4 =	½	1·4 =	0	1·4
XXVI	2	1·3 =	1½	1·3 =	1	1·3 =	½	1·3 =	0	1·3
XXVII	2	1·6 =	1½	1·6 =	1	1·6 =	½	1·6 =	0	1·6

Die Hypokotyle waren am Aufstellungstag in den einzelnen Kulturgläsern im allgemeinen gleich lang. War eine Differenz vorhanden, so betrug sie nicht mehr als 3 *mm*.

Dritter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
VI	2	2·7 =	1	2·7 >	1½	2·6 =	½	2·6 >	0	2·0
VII	½	3·0 >	1	2·7 >	2	2·6 >	1½	2·0 >	0	1·8
VIII	2	2·7 >	1	2·4 =	1½	2·4 >	½	2·2 >	0	2·1
IX	1½	2·5 >	1	2·3 >	½	2·2 >	0	2·0 >	2	1·9

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
XI	2	4·0 >	1	3·9 >	1/2	3·6 >	1 1/2	3·3 >	0	2·2
XII	1	5·9 >	1 1/2	4·7 =	1/2	4·7 >	2	4·5 >	0	3·0
XIII	1/2	3·9 >	2	3·5 =	1	3·5 >	1 1/2	2·9 >	0	2·3
XIV	1/2	6·8 >	1	5·8 >	2	5·1 >	1 1/2	5·0 >	0	2·3
XVI	1/2	4·4 >	2	3·2 >	1 1/2	3·1 >	0	2·9 >	1	2·8
XVII	1	4·9 >	1/2	4·7 >	1 1/2	4·1 >	2	3·9 >	0	2·9
XVIII	1	4·7 >	1 1/2	4·6 >	1/2	4·5 >	2	3·9 >	0	3·0
XIX	1 1/2	3·1 >	1/2	3·0 =	1	3·0 >	2	2·8 >	0	2·1
XX	1 1/2	2·4 >	2	2·2 =	1	2·2 =	1/2	2·2 >	0	2·0
XXI	2	2·6 >	1/2	2·5 =	1 1/2	2·5 >	1	2·3 =	0	2·3
XXII	1	3·0 =	1/2	3·0 >	1 1/2	2·9 >	2	2·7 >	0	2·0
XXIII	1 1/2	2·5 >	2	2·4 =	1	2·4 >	1/2	2·2 >	0	1·9
XXIV	2	2·5 >	1 1/2	2·4 >	1	2·3 >	1/2	2·2 >	0	1·8
XXV	2	2·2 >	1	2·0 =	1 1/2	2·0 =	1/2	2·0 >	0	1·7
XXVI	1/2	2·7 >	1 1/2	2·6 =	2	2·6 >	1	2·5 >	0	1·7
XXVII	1	3·2 =	1/2	3·2 >	1 1/2	3·0 >	2	2·9 >	0	1·9

Von den 20 Versuchsreihen hatten die längsten Hypokotyle

6 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
4 » » 1 1/2 »
5 » » 1 Kotyledo,
5 » » 1/2 » ;

die nächst längsten Hypokotyle

4 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
4 » » 1 1/2 »
7 » » 1 Kotyledo,
5 » » 1/2 » ;

kleinere Hypokotyle

3 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
8 » » 1 1/2 »
5 » » 1 Kotyledo,
4 » » 1/2 » ;

noch kleinere Hypokotyle

6 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
4 » » $1^1/_2$ »
2 » » 1 Kotyledo,
6 » » $^1/_2$ »
2 » » 0 Kotyledonen;

die kleinsten Hypokotyle

1 Versuchsreihe mit 2 Kotyledonen,
1 » » 1 Kotyledo,
18 Versuchsreihen » 0 Kotyledonen.

Vierter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
X	1	8·4 >	$1^1/_2$	7·7 >	$^1/_2$	6·0 >	2	5·3 >	0	2·2
XV	$^1/_2$	9·1 >	1	9·0 >	2	8·2 >	$1^1/_2$	8·1 >	0	2·8
XVII	1	7·7 >	$^1/_2$	7·2 >	$1^1/_2$	6·6 >	2	5·8 >	0	3·0
XXII	1	6·2 >	$^1/_2$	5·0 >	2	4·9 >	$1^1/_2$	4·7 >	0	2·2
XXIII	$1^1/_2$	3·6 >	2	3·3 >	1	3·2 >	$^1/_2$	3·1 >	0	2·0
XXV	2	2·8 >	$^1/_2$	2·5 >	$1^1/_2$	2·4 =	1	2·4 >	0	1·8
XXVI	$^1/_2$	4·7 >	$1^1/_2$	4·4 >	2	3·8 =	1	3·8 >	0	1·8

Von den sieben Versuchsreihen entfielen auf die längsten Keimlinge

1 Versuchsreihe mit 2 Kotyledonen,
1 » » $1^1/_2$ »
3 Versuchsreihen » 1 Kotyledo,
2 » » $^1/_2$ » ;

die nächst längsten Keimlinge

1 Versuchsreihe mit 2 Kotyledonen,
2 Versuchsreihen » $1^1/_2$ »
1 Versuchsreihe » 1 Kotyledo,
3 Versuchsreihen » $^1/_2$ » ;

kleinere Keimlinge

3 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
2 » » $1^1/_2$ »
1 Versuchsreihe » 1 Kotyledo,
1 » » $^1/_2$ » ;

noch kleinere Keimlinge

2 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
2 » » $1^1/_2$ »
2 » » 1 Kotyledo,
1 Versuchsreihe » $^1/_2$ » ;

die kleinsten Keimlinge

7 Versuchsreihen mit 0 Kotyledonen.

Fünfter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
IV	1	2·9 >	$1^1/_2$	2·7 >	2	2·5 >	$^1/_2$	2·3 >	0	1·5
V	$^1/_2$	5·9 >	$1^1/_2$	5·5 >	2	4·7 >	1	4·5 >	0	2·4
VI	1	7·7 >	$^1/_2$	6·8 >	2	6·4 >	$1^1/_2$	6·2 >	0	2·3
VII	$^1/_2$	5·0 >	2	4·6 >	1	3·9 >	$1^1/_2$	3·5 >	0	1·9
VIII	2	5·8 >	1	5·7 >	$^1/_2$	5·1 >	$1^1/_2$	5·0 >	0	2·3
IX	$1^1/_2$	7·2 >	1	6·8 >	$^1/_2$	6·7 >	2	4·9 >	0	2·4
X	1	11·6 >	$1^1/_2$	11·5 >	$^1/_2$	7·7 >	2	7·3 >	0	2·6
XI	1	12·7 >	$^1/_2$	10·3 >	$1^1/_2$	8·0 >	2	6·9 >	0	2·6
XII	1	13·7 >	2	11·7 >	$1^1/_2$	10·5 >	$^1/_2$	9·9 >	0	3·3
XIII	$^1/_2$	10·3 >	2	8·8 >	$1^1/_2$	8·2 >	1	7·8 >	0	2·5
XIV	2	14·5 >	$^1/_2$	13·1 >	1	13·0 >	$1^1/_2$	12·9 >	0	2·6
XV	1	11·8 >	$^1/_2$	11·6 =	2	11·6 >	$1^1/_2$	11·4 >	0	2·9
XVII	1	10·8 >	$^1/_2$	10·3 >	2	9·7 >	$1^1/_2$	9·4 >	0	3·1
XVIII	1	10·2 >	$1^1/_2$	9·2 >	$^1/_2$	8·8 >	2	6·3 >	0	3·5
XIX	1	7·7 >	2	7·2 >	$1^1/_2$	7·0 >	$^1/_2$	6·8 >	0	2·5

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
XX	1/2	5·2 >	1	5·1 >	1 1/2	4·9 >	2	4·2 >	0	2·4
XXI	1/2	5·7 >	1 1/2	5·4 >	1	4·6 >	2	4·1 >	0	2·7
XXIII	2	5·0 =	1	5·0 >	1 1/2	4·8 >	1/2	4·4 >	0	2·0
XXIV	2	5·1 >	1/2	4·3 >	1	4·2 =	1 1/2	4·2 >	0	1·9
XXV	2	4·0 >	1/2	3·9 >	1	3·4 >	1 1/2	3·1 >	0	1·8
XXVI	1 1/2	8·1 >	2	7·4 >	1	6·7 >	1/2	6·5 >	0	1·9
XXVII	1	9·5 >	2	9·0 >	1 1/2	8·5 >	1/2	8·1 >	0	2·3

Was die Länge der Hypokotyle betrifft, so resultiert aus der Zusammenstellung für den fünften Tag folgendes (verglichen wurden 22 Versuchsreihen): Längste Hypokotyle

5 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
2 » » 1 1/2 »
10 » » 1 Kotyledo,
5 » » 1/2 » ;

nächst längste Hypokotyle

6 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
5 » » 1 1/2 »
4 » » 1 Kotyledo,
7 » » 1/2 » ;

kleinere Hypokotyle

5 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
7 » » 1 1/2 »
6 » » 1 Kotyledo,
4 « » 1/2 » ;

noch kleinere Hypokotyle

6 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
8 » » 1 1/2 »

2 Versuchsreihen mit 1 Kotyledo,
6 » » ½ » ;

kleinste Hypokotyle

22 Versuchsreihen mit 0 Kotyledonen.

Siebenter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
VI	1	11·6 >	2	11·3 >	1½	10·3 >	½	8·3 >	0	2·5
VII	½	6·5 >	1½	6·2 >	2	6·1 >	1	5·5 >	0	2·0
VIII	2	8·0 >	1½	6·9 >	1	6·8 >	½	6·2 >	0	2·4
IX	1½	13·9 >	1	13·7 >	½	13·3 >	2	11·7 >	0	2·4
X	1½	14·4 >	2	13·1 >	1	13·0 >	½	7·8 >	0	2·8
XI	1	15·2 >	½	11·7 >	1½	9·8 >	2	?5·3 >	0	2·8
XII	1	14·8 >	2	14·7 >	1½	12·5 >	½	11·3 >	0	3·4
XV	1½	13·4 >	2	12·2 >	1	11·9 >	½	11·7 >	0	3·4
XVII	2	12·1 >	1	11·8 >	1½	11·6 >	½	11·3 >	0	3·3
XVIII	1½	12·0 >	1	11·4 >	½	10·9 >	2	9·6 >	0	4·0
XIX	1	12·4 >	2	12·3 >	½	11·2 >	1½	10·5 >	0	2·6
XXIII	2	7·4 >	1	7·2 >	1½	6·8 >	½	5·8 >	0	2·1
XXIV	1½	9·6 >	2	8·0 >	1	7·4 >	½	5·4 >	0	2·1
XXV	2	8·6 >	1½	6·6 >	1	5·9 >	½	5·8 >	0	1·8
XXVII	1	10·6 >	2	10·4 >	1½	9·1 >	½	8·5 >	0	2·3

Von den 15 Versuchsreihen hatten die längsten Hypokotyle

4 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
5 » » 1½ »
5 » » 1 Kotyledo,
1 Versuchsreihe » ½ « ;

die nächst längsten Hypokotyle

7 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
3 » » 1½ »
4 » » 1 Kotyledo,
1 » » ½ » ;

kleinere Hypokotyle

1 Versuchsreihe mit 2 Kotyledonen,
6 Versuchsreihen » $1^1/_2$ »
5 » » 1 Kotyledo,
3 » » $^1/_2$ » ;

noch kleinere Hypokotyle

3 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
1 Versuchsreihe » $1^1/_2$ »
1 » » 1 Kotyledo,
10 Versuchsreihen » $^1/_2$ » ;

die kleinsten Hypokotyle

15 Versuchsreihen mit 0 Kotyledonen.

Neunter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
VIII	2	8·1 >	$1^1/_2$	7·1 >	1	6·9 >	$^1/_2$	6·2	—	—
X	2	14·5 >	$1^1/_2$	14·4 >	1	13·0 >	$^1/_2$	7·8	—	—
XI	1	15·3 >	$^1/_2$	11·7 >	$1^1/_2$	9·9 >	2	5·7 >	0	2·9
XIV	2	15·9 >	$1^1/_2$	13·6 >	$^1/_2$	13·3 >	1	13·2 >	0	2·7
XVII	2	12·1 >	1	11·8 >	$1^1/_2$	11·6 >	$^1/_2$	11·3 >	0	3·6
XVIII	$1^1/_2$	12·0 >	1	11·4 >	$^1/_2$	10·9 >	2	9·6 >	0	4·3
XXVII	2	10·5 >	1	? 10·0 >	$1^1/_2$	9·2 >	$^1/_2$	8·7 >	0	2·5

Von den sieben Versuchsreihen entfielen auf die mit den längsten Hypokotylen

5 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
1 Versuchsreihe » $1^1/_2$ »
1 » » 1 Kotyledo;

den nächst längsten Hypokotylen

3 Versuchsreihen mit $1^1/_2$ Kotyledonen,
3 » » 1 Kotyledo,
1 Versuchsreihe » $^1/_2$ » ;

kleineren Hypokotylen

3 Versuchsreihen mit $1^1/_2$ Kotyledonen,
2 » » 1 Kotyledo,
2 » » $^1/_2$ » ;

noch kleineren Hypokotylen

2 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen,
1 Versuchsreihe » 1 Kotyledo,
4 Versuchsreihen » $^1/_2$ » .

Von den Keimlingen mit 0 Kotyledonen waren an diesem Tage nur solche der letzten fünf Versuchsreihen erhalten geblieben; ihre Hypokotyle waren die kleinsten, gehören also in die fünfte, die letzte Reihe.

Nach dem Aufstellungstage, an dem die Hypokotyle der Bohnen der fünf Kulturgläser gleich oder nahezu gleich lang waren, änderte sich also das Längenverhältnis der Hypokotyle der einzelnen Kulturgläser zueinander, und zwar in Prozenten ausgedrückt, wie folgt:

Prozente der Versuchsreihen.

Hypokotyle von Keimlingen mit 2 Kotyledonen.

	I. Reihe. Längste	II. Reihe. Nächst längste	III. Reihe. Kleinere	IV. Reihe. Noch kleinere	V. Reihe. Kleinste
	Hypokotyle.				
3. Tag.....	30	20	15	30	5
4. »	14·3	14·3	42·9	28·5	—
5. »	22·7	27·3	22·7	27·3	—
7. »	26·7	46·7	6·6	20·0	—
9. »	71·4	—	—	28·6	—

Hypokotyle von Keimlingen mit $1^1/_2$ Kotyledonen.

	I. Reihe. Längste	II. Reihe. Nächst längste	III. Reihe. Kleinere	IV. Reihe. Noch kleinere	V. Reihe. Kleinste
	Hypokotyle.				
3. Tag.....	20	20	40	20	—
4. »	14·3	28·5	28·6	28·6	—
5. »	9·1	22·7	31·8	36·4	—
7. »	33·3	20·0	40·0	6·7	—
9. »	14·3	42·9	42·8	—	—

Hypokotyle von Keimlingen mit 1 Kotyledo.

	I. Reihe. Längste	II. Reihe. Nächst längste	III. Reihe. Kleinere	IV. Reihe. Noch kleinere	V. Reihe. Kleinste
	Hypokotyle.				
3. Tag.....	25	35	25	10	5
4. »	42·9	14·3	14·3	28·5	—
5. »	45·4	18·2	27·3	9·1	—
7. »	33·3	26·7	33·3	6·7	—
9. »	14·3	42·9	28·6	14·2	—

Hypokotyle von Keimlingen mit einem halben Kotyledo.

	I. Reihe. Längste	II. Reihe. Nächst längste	III. Reihe. Kleinere	IV. Reihe. Noch kleinere	V. Reihe. Kleinste
	Hypokotyle.				
3. Tag.....	25	25	20	30	—
4. »	28·5	42·9	14·3	14·3	—
5. »	22·7	31·8	18·2	27·3	—
7. »	6·7	6·7	20·0	66·6	—
9. »	—	14·3	28·6	57·1	—

Hypokotyle von Keimlingen ohne Kotyledonen.

	I. Reihe. Längste	II. Reihe. Nächst längste	III. Reihe. Kleinere	IV. Reihe. Noch kleinere	V. Reihe. Kleinste
	Hypokotyle.				
3. Tag.....	—	—	—	10	90
4. »	—	—	—	—	100
5. »	—	—	—	—	100
7. »	—	—	—	—	100
9. »	—	—	—	—	100

Da zu den einzelnen Versuchsreihen nicht immer die gleiche Anzahl von Keimlingen verwendet werden konnte, so soll in der nächsten Zusammenstellung gezeigt werden, wie sich die Keimlinge, was die Länge der Hypokotyle betrifft, auf die Stückzahl berechnet verhielten, wenn ihnen größere oder kleinere Mengen von Reservestoffen zur Verfügung standen.

Art der Versuchspflanzen	Gesamtzahl der verwendeten Keimlinge	hievon entfallen auf die Reihe									
		I		II		III		IV		V	
		Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent
Dritter Tag											
2 Kotyledonen	80	28	35·0	13	16·2	12	15·0	24	30·0	3	3·8
$1^1/_2$ »	79	12	15·2	14	17·7	39	49·4	14	17·7	—	—
1 Kotyledo ...	79	21	26·6	31	39·2	16	20·3	8	10·1	3	3·8
$^1/_2$ » ...	79	18	22·8	22	27·8	12	15·2	27	34·2	—	—
0 Kotyledonen	79	—	—	—	—	—	—	6	7·6	73	92·4
Vierter Tag											
2 Kotyledonen	26	5	19·2	4	15·4	11	42·3	6	23·1	—	—
$1^1/_2$ »	26	4	15·4	7	26·9	8	30·8	7	26·9	—	—
1 Kotyledo ...	26	10	38·5	3	11·5	4	15·4	9	34·6	—	—
$^1/_2$ » ...	26	7	26·9	12	46·2	3	11·5	4	15·4	—	—
0 Kotyledonen	26	—	—	—	—	—	—	—	—	26	100

Art der Versuchspflanzen	Gesamtzahl der verwendeten Keimlinge	hievon entfallen auf die Reihe									
		I		II		III		IV		V	
		Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent
Fünfter Tag											
2 Kotyledonen	89	24	27·0	26	29·2	20	22·5	19	21·3	—	—
$1^1/_2$ »	88	7	8·0	20	22·7	26	29·5	35	39·8	—	—
1 Kotyledo . . .	87	37	42·5	17	19·5	25	28·7	8	9·2	—	—
$^1/_2$ » . . .	88	19	21·6	25	28·4	17	19·3	27	30·7	—	—
0 Kotyledonen	88	—	—	—	—	—	—	—	—	88	100
Siebenter Tag											
2 Kotyledonen	60	20	33·3	27	45·0	5	8·3	8	13·3	—	—
$1^1/_2$ »	61	16	26·2	18	29·5	25	41·0	2	3·3	—	—
1 Kotyledo . . .	61	20	32·8	13	21·3	23	37·7	5	8·2	—	—
$^1/_2$ » . . .	60	5	8·3	3	5·0	9	15·0	43	71·7	—	—
0 Kotyledonen	55	—	—	—	—	—	—	—	—	55	100
Neunter Tag											
2 Kotyledonen	30	25	83·3	—	—	—	—	5	16·7	—	—
$1^1/_2$ »	30	3	10·0	14	46·7	13	43·3	—	—	—	—
1 Kotyledo . . .	28	3	10·7	11	39·3	11	39·3	3	10·7	—	—
$^1/_2$ » . . .	28	—	—	3	10·7	6	21·4	19	67·9	—	—
0 Kotyledonen	14	—	—	—	—	—	—	—	—	14	100

Aus der Zusammenstellung auf p. 1387 ergibt sich, daß am dritten Tage von den längsten Hypokotylen die Mehrzahl auf die normalen Keimlinge entfiel, daß aber die Tendenz der Keimlinge mit einem und mit einem halben Kotyledo, lange Hypokotyle auszubilden, beobachtet werden konnte, da diese Keimlinge in der zweiten Reihe die höchsten Prozentsätze aufweisen. Am vierten und fünften Tage sind es aber die Bohnen mit einem Keimblatt, welche alle anderen Versuchspflanzen

überholen; ihnen am nächsten stehen die Keimlinge, denen nur ein halber Kotyledo verblieben war, denen erst die mit größeren Reservestoffvorräten folgen.

Von da an beginnen die Keimlinge mit 2 Kotyledonen wieder vorzurücken; zuerst wird die Länge der Hypokotyle der Keimlinge mit einem halben Kotyledo erreicht und überholt, bald darauf auch die der Keimlinge mit einem Kotyledo.

Ein eigentümliches Verhalten zeigten die Bohnen mit $1^1/_2$ Kotyledonen, indem sie in den ersten Tagen nach der Aufstellung kein so freudiges Wachstum wahrnehmen ließen wie die anderen Keimlinge, denen beträchtliche Mengen ihrer Reservestoffvorräte abgenommen worden waren. Von den Keimlingen mit $1^1/_2$ Kotyledonen hatten in den ersten 6 Tagen nur wenige Exemplare längere Hypokotyle als die der anderen Kategorien der Versuchspflanzen. Erst vom siebenten Tage an findet man sie in den ersten Reihen in größerer Zahl vertreten.

Dies bestätigt die bereits auf p. 1377 ausgesprochene Vermutung, daß der am vierten Tage für die Keimlinge mit $1^1/_2$ Kotyledonen gefundene hohe Durchschnittswert darauf zurückzuführen ist, daß sich unter der an diesem Tage zur Messung gelangten geringen Anzahl von Bohnen zufälligerweise gerade besonders viele lange $1^1/_2$kotyledonige Keimlinge befanden.

Die Keimlinge ohne Keimblätter blieben gleich von Anfang an im Wachstum zurück und lieferten stets die kleinsten Pflanzen.

Am achten Tage nach der Aufstellung war gewöhnlich, obzwar manchmal infolge besonders kräftiger Entwicklung einiger Individuen der ihrer Kotyledonen zum Teil beraubten Keimlinge Schwankungen vorkamen, die erreichte Länge der Hypokotyle entsprechend der den Keimlingen zur Zeit des Versuchsbeginnes zur Verfügung stehenden Reservestoffmenge. Es konnte also folgende Reihenfolge festgestellt werden:

Keimlinge mit

2 Kotyledonen $>1^1/_2$ Kotyledonen >1 Kotyledo $>{}^1/_2$ Kotyledo >0 Kotyledonen.

Vergleicht man auf Grund der auf p. 1377—1384 angegebenen Durchschnittszahlen für die Längen der Hypokotyle der verschiedenen Kategorien von Versuchspflanzen den täglichen Zuwachs und berechnet daraus die in einem bestimmten Zeitabschnitt auf eine Längeneinheit entfallende Zuwachsgröße, so erhält man folgende Werte:

Wachstumsintensität.[1]

Vom ersten bis dritten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe						
	I	II	VI	VII	VIII	IX	XI
2 Kotyledonen ...	1·051	**1·285**	**0·588**	0·625	**0·928**	0·187	1·000
$1^1/_2$ » ...	—	—	0·529	0·250	0·600	**0·562**	0·736
1 Kotyledo	**1·341**	1·058	**0·588**	0·687	0·600	0·437	**1·052**
$^1/_2$ »	0·926	0·631	0·529	**0·875**	0·571	0·375	0·894
0 Kotyledonen	0·384	—	0·176	0·125	0·400	0·250	0·157

Keimlinge mit	Versuchsreihe						
	XII	XIII	XIV	XVI	XVII	XVIII	XIX
2 Kotyledonen ...	1·368	1·187	1·833	0·777	1·052	0·857	0·400
$1^1/_2$ » ...	1·350	0·812	1·631	0·722	1·157	1·190	**0·550**
1 Kotyledo	**1·950**	1·187	2·222	0·555	**1·578**	**1·350**	0·500
$^1/_2$ »	1·350	**1·294**	**2·777**	**1·444**	1·350	1·250	0·500
0 Kotyledonen	0·428	0·352	0·210	0·526	0·380	0·428	0·105

Keimlinge mit	Versuchsreihe							
	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII
2 Kotyledonen	0·571	**0·529**	0·588	0·500	**0·666**	**0·571**	1·000	0·812
$1^1/_2$ »	**0·714**	0·470	0·705	**0·562**	0·600	0·428	1·000	0·875
1 Kotyledo ...	0·571	0·352	**0·764**	0·500	0·533	0·428	0·923	**1·000**
$^1/_2$ » ...	0·571	0·470	**0·764**	0·375	0·466	0·428	**1·076**	**1·000**
0 Kotyledonen	0·333	0·277	0·176	0·187	0·200	0·214	0·307	0·187

[1] Die fett gedruckten Zahlen zeigen an, welche Keimlinge die größte Wachstumsintensität aufwiesen.

Vom ersten bis vierten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe						
	X	XV	XVII	XXII	XXIII	XXV	XXVI
2 Kotyledonen	1·944	3·315	2·052	1·882	1·062	1·000	1·923
$1^1/_2$ »	3·277	3·500	2·473	1·764	**1·250**	0·714	2·384
1 Kotyledo	**3·421**	4·000	**3·052**	**2·647**	1·000	0·714	1·923
$^1/_2$ »	2·333	**4·055**	2·600	1·941	0·937	**0·785**	**2·615**
0 Kotyledonen	0·157	0·555	0·428	0·294	0·250	0·285	0·384

Vom ersten bis fünften Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe		
	III	IV	V
2 Kotyledonen	**0·187**	1·083	1·611
$1^1/_2$ »	—	**1·250**	**2·235**
1 Kotyledo	0·166	1·230	1·500
$^1/_2$ »	—	1·090	2·105
0 Kotyledonen	—	0·250	0·200

Vom dritten bis vierten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe				
	XVII	XXII	XXIII	XXV	XXVI
2 Kotyledonen	0·487	0·814	0·375	**0·272**	0·461
$1^1/_2$ »	**0·609**	0·620	**0·440**	0·200	0·692
1 Kotyledo	0·571	**1·066**	0·333	0·200	0·520
$^1/_2$ »	0·531	0·666	0·409	0·250	**0·740**
0 Kotyledonen	0·034	0·100	0·052	0·058	0·058

Vom dritten bis fünften Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe						
	I	II	VI	VII	VIII	IX	XI
2 Kotyledonen ...	0·337	**1·625**	1·370	**0·769**	1·148	1·578	0·725
$1^1/_2$ » ...	—	—	1·384	0·750	1·083	1·880	1·424
1 Kotyledo	**0·343**	1·514	**1·851**	0·444	**1·375**	1·956	**2·256**
$^1/_2$ »	0·316	1·258	1·615	0·666	1·318	**2·045**	1·861
0 Kotyledonen	0·222	—	0·150	0·055	0·095	0·200	0·181

Keimlinge mit	Versuchsreihe						
	XII	XIII	XIV	XVII	XVIII	XIX	XX
2 Kotyledonen ...	**1·600**	1·514	**1·843**	**1·487**	0·615	1·571	0·909
$1^1/_2$ » ...	1·234	**1·827**	1·580	1·292	1·000	1·258	1·041
1 Kotyledo	1·322	1·228	1·241	1·204	**1·170**	**1·566**	1·318
$^1/_2$ »	1·106	1·641	0·926	1·191	0·955	1·266	**1·363**
0 Kotyledonen	0·100	0·086	0·130	0·068	0·166	0·190	0·200

Keimlinge mit	Versuchsreihe					
	XXI	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII
2 Kotyledonen ...	0·576	**1·083**	**1·040**	0·818	1·846	**2·103**
$1^1/_2$ » ...	1·160	0·920	0·750	0·550	**2·115**	1·833
1 Kotyledo	1·000	**1·083**	0·826	0·700	1·680	1·968
$^1/_2$ »	**1·280**	1·000	0·954	**0·950**	1·407	1·531
0 Kotyledonen.....	0·173	0·052	0·055	0·058	0·117	0·210

Vom vierten bis fünften Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe					
	X	XV	XVII	XXIII	XXV	XXVI
2 Kotyledonen....	0·377	**0·414**	**0·672**	0·515	**0·428**	**0·947**
$1^1/_2$ »	**0·493**	0·407	0·424	0·333	0·291	0·840
1 Kotyledo.....	0·380	0·311	0·402	**0·562**	0·416	0·763
$^1/_2$ »	0·283	0·274	0·430	0·419	0·560	0·382
0 Kotyledonen	0·181	0·035	0·033	0	0	0·055

Vom vierten bis sechsten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe XXII
2 Kotyledonen.....	**1·408**
$1^1/_2$ »	1·361
1 Kotyledo.....	0·725
$^1/_2$ »	0·500
0 Kotyledonen.....	0·090

Vom fünften bis sechsten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe	
	II	XXI
2 Kotyledonen.....	**0·261**	**0·341**
$1^1/_2$ »	—	0·277
1 Kotyledo.....	0·181	0·152
$^1/_2$ »	0·100	0·192
0 Kotyledonen.....	—	0·037

Vom fünften bis siebenten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe							
	III	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2 Kotyledonen	0·026	**0·765**	0·326	**0·379**	**1·387**	**0·794**	?	**0·256**
$1^1/_2$ »	—	0·661	**0·771**	**0·380**	0·930	0·252	**0·225**	0·190
1 Kotyledo ...	**0·057**	0·506	0·410	0·192	1·014	0·120	0·196	0·080
$^1/_2$ » ...	—	0·220	0·300	0·215	0·985	0·012	0·135	0·141
0 Kotyledonen	—	0·086	0·052	0·043	0	0·076	0·076	0·030

Keimlinge mit	Versuchsreihe							
	XV	XVII	XVIII	XIX	XXIII	XXIV	XXV	XXVII
2 Kotyledonen	0·051	**0·247**	**0·523**	**0·708**	**0·480**	0·568	**1·150**	**0·155**
$1^1/_2$ »	**0·175**	0·234	0·304	0·500	0·416	**1·285**	1·129	0·070
1 Kotyledo ...	0·008	0·092	0·117	0·610	0·440	0·761	0·735	0·115
$^1/_2$ » ...	0·008	0·097	0·238	0·647	0·318	0·255	0·487	0·049
0 Kotyledonen	0·172	0·064	0·142	0·040	0·050	0·105	0	0

Vom fünften bis achten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe V
2 Kotyledonen.....	**0·808**
$1^1/_2$ »	0·490
1 Kotyledo	0·733
$^1/_2$ »	0·457
0 Kotyledonen.....	0·083

Vom fünften bis neunten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe XIV
2 Kotyledonen...	**0·096**
$1^1/_2$ » ...	0·054
1 Kotyledo.....	0·015
$^1/_2$ »	0·015
0 Kotyledonen	0·038

Vom sechsten bis achten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe XXI
2 Kotyledonen...	**0·181**
$1^1/_2$ » ...	0·057
1 Kotyledo.....	0·037
$^1/_2$ »	0·058
0 Kotyledonen.....	0·035

Vom siebenten bis neunten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe					
	VIII	X	XI	XVII	XVIII	XXVII
2 Kotyledonen....	0·012	**0·106**	**0·075**	0	0	0·009
$1^1/_2$ »	**0·028**	0	0·010	0	0	0·010
1 Kotyledo.....	0·014	0	0·006	0	0	?
$^1/_2$ »	0	0	0	0	0	0·023
0 Kotyledonen.....	—	—	0·035	**0·090**	**0·075**	**0·086**

Vom siebenten bis achten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe IX
2 Kotyledonen.....	0·128
$1^1/_2$ »	**0·151**
1 Kotyledo.....	0·014
$^1/_2$ »	0·037
0 Kotyledonen.....	0·041

In dem Zeitraum vom ersten bis zum fünften Tage weisen die Hypokotyle der Keimlinge, denen ein oder ein halber Kotyledo verblieben war, eine größere Wachstumsintensität auf als die der Keimlinge, denen mehr als ein Kotyledo zur Verfügung stand; bei einigen Versuchsreihen kam dies früher (erster bis dritter Tag), bei einigen später (dritter bis fünfter Tag) zur Geltung.

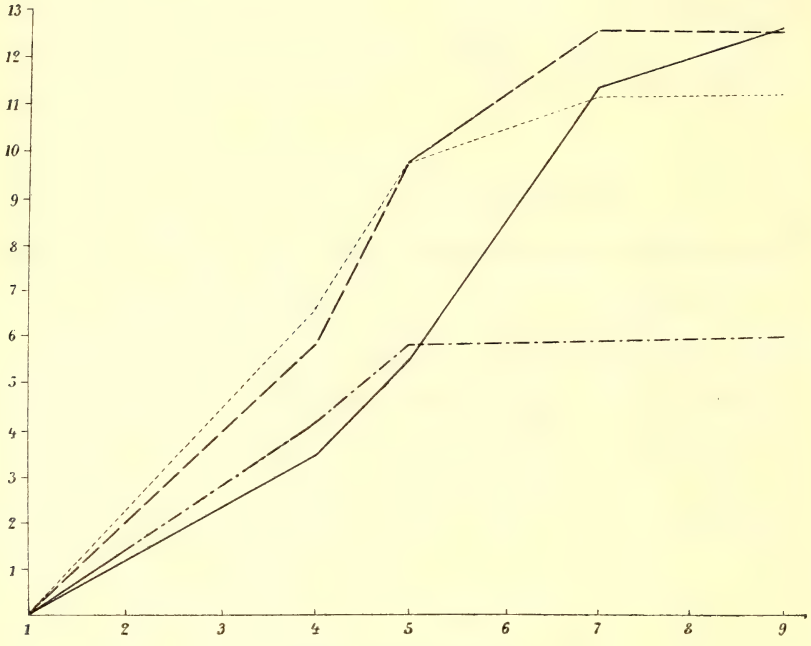


Fig. 1. Versuchsreihe X.

Vom fünften Tage an waren es die normalen Bohnen, welche das größte Wachstum zeigten; nur in manchen Fällen wuchsen die Keimlinge mit $1^1/_2$ Kotyledonen schneller.

Ein ganz minimaler Zuwachs war stets bei den Keimlingen ohne Keimblätter zu beobachten; doch wuchsen sie zu einer Zeit, wo die Hypokotyle der anderen Keimlinge bereits ihr Wachstum eingestellt hatten (siebenter bis neunter Tag), noch mit der gleichen Intensität weiter.

Je weniger Reservestoffe den Keimlingen zur Zeit der Versuchsaufstellung zu Gebote standen, desto früher stellten die Hypokotyle ihr Wachstum ein.

Die Hypokotyle der Keimlinge mit $1^1/_2$ Kotyledonen waren nur in wenigen Fällen in den ersten fünf Tagen am stärksten gewachsen.

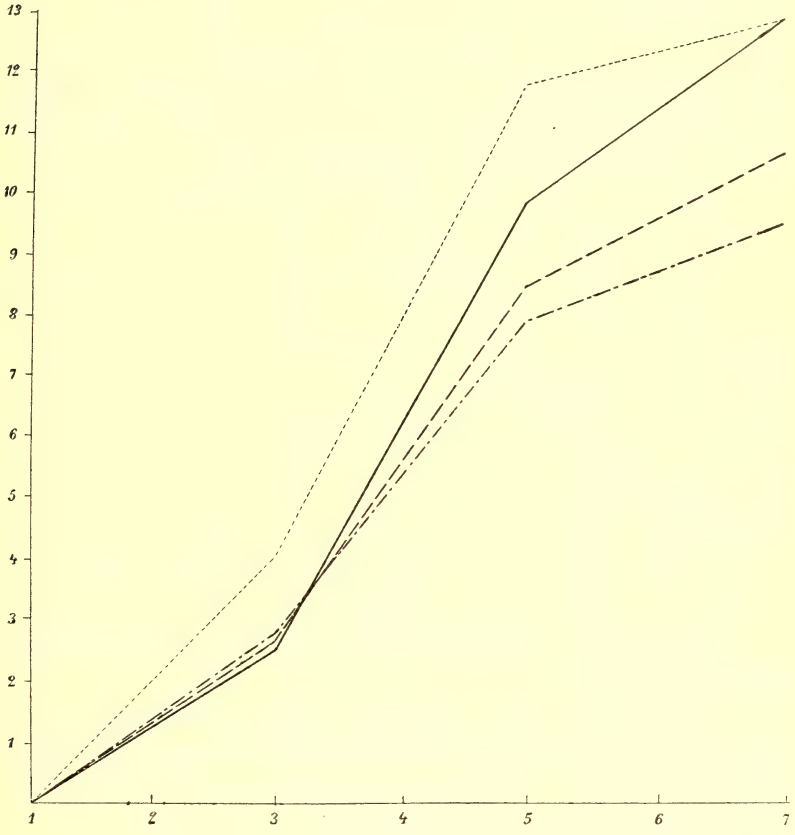


Fig. 2. Versuchsreihe XII.

Diese Tatsache spricht dafür, daß die bei den anderen Keimlingen mit verletzten Kotyledonen festgestellte Wachstumsbeschleunigung nicht durch den Wundreiz hervorgerufen ist, sondern andere Ursachen haben muß.

Graphisch sollen die oben besprochenen Verhältnisse bei den Versuchsreihen X, XII, XVII dargestellt werden. Auf der

Abszissenlinie sind die Versuchstage, auf der Ordinatenlinie ist der in einer bestimmten Zeit erreichte Zuwachs in Zentimetern aufgetragen.

——————— bedeutet die Keimlinge mit 2 Kotyledonen,
– – – – – – – – » » » » $1^1/_2$ »
..... » » » » 1 Kotyledo,
-.-.-.-.-.- » » » » $^1/_2$ »

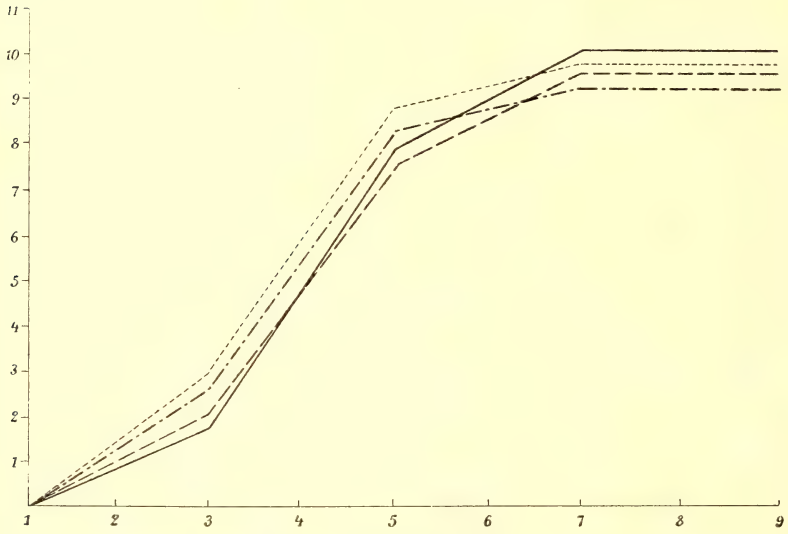


Fig. 3. Versuchsreihe XVII.

Die Keimlinge ohne Keimblätter wurden in die Zeichnung nicht aufgenommen.

Diese Abbildungen bestätigen das bereits Gesagte, das auch mit den Resultaten Haberlandt's[1] bei seinen Versuchen mit Getreidearten, denen vor der Aussat ein Teil des Endosperms entfernt wurde, übereinstimmt.

Epikotyle.

Die Länge der Epikotyle war bei den Keimlingen mit unverletzten Keimblättern und mit $1^1/_2$ Kotyledonen in den ersten zwei Tagen nach der Aufstellung des Versuches nicht

[1] Haberlandt Friedr., l. c.

leicht festzustellen; manchmal war dies überhaupt, da die Keimblätter noch fest aneinander geschlossen waren und weil das Epikotyl noch nicht aus den Kotyledonen herausgetreten war, undurchführbar.

In der Tabelle III (p. 1400 bis 1405) sind die Durchschnittslängen der Epikotyle vom vierten bis zwölften Versuchstage in Zentimetern angegeben. Außerdem ist bei jeder Durchschnittszahl verzeichnet, wie viele Individuen bei den fünf Kategorien von Versuchspflanzen gemessen wurden.

Im nachfolgenden werden die Längen der Epikotyle der Keimlinge mit 2, $1^1/_2$, 1, $^1/_2$ und 0 Kotyledonen untereinander verglichen, wie dies früher für die Hypokotyle (siehe p. 1377 bis 1384) geschehen ist.

Vierter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen
XV	1 > $^1/_2$ > 2 = $1^1/_2$
XXII	2 = $1^1/_2$ > 1 = $^1/_2$ > 0
XXIII	2 = $1^1/_2$ = 1 = $^1/_2$ > 0
XXVI	2 = 1 = $^1/_2$ > $1^1/_2$ > 0

Versuchsreihen in Prozenten, geordnet nach abnehmenden Epikotyllängen:

	Reihe				
	I	II	III	IV	V
2 Kotyledonen	75	—	25	—	—
$1^1/_2$ »	—	50	—	50	—
1 Kotyledo	25	25	50	—	—
$^1/_2$ »	—	25	25	50	—
0 Kotyledonen	—	—	—	—	100

Tabelle

Nummer der Versuchsreihe	Vierter Tag										Fünfter			
	Stück	2 Kotyledonen	Stück	$1^1/_2$ Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	$^1/_2$ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	$1^1/_2$ Kotyledonen
VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0·7	4	0·9
VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	0·9	7	0·7
IX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0·3	—	—
X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0·8
XI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1·0	3	0·8
XII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1·2	3	0·8
XIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0·8	3	0·7
XIV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2·0	3	1·4
XV	3	0·7	3	0·7	3	0·9	3	0·8	—	—	3	2·5	3	2·2
XVII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1·2	3	1·7
XVIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0·9	3	1·5
XIX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0·7	3	0·7
XXI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0·7	4	0·8
XXII	4	0·7	4	0·7	4	0·6	4	0·6	4	0·3	—	—	—	—
XXIII	4	0·4	4	0·4	4	0·4	4	0·4	4	0·2	4	0·7	4	0·7
XXIV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0·8	4	0·6
XXV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	0·6	5	0·5
XXVI	4	0·6	4	0·5	4	0·6	4	0·6	4	0·2	4	1·5	4	1·5
XXVII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	1·5	8	1·9

III.

Tag						Sechster Tag									
Stück	1 Kotyledo	Stück	½ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	1½ Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	½ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen
4	0·8	4	0·7	4	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	0·4	5	0·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0·8	8	0·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	0·5	3	0·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1·0	3	0·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1·2	3	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1·0	3	0·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	0·8	3	0·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	3·1	3	2·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	2·8	3	2·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1·2	3	1·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1·1	3	1·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	0·7	3	0·4	3	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0·7	4	0·7	4	0·3	4	1·8	4	2·1	4	1·7	4	1·5	4	0·3
—	—	—	—	—	—	4	5·0	4	4·5	4	2·6	4	3·6	4	0·3
4	0·7	4	0·6	4	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0·7	4	0·5	4	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	0·6	5	0·7	5	0·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	1·5	4	1·2	4	0·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	1·4	8	1·2	8	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle

Nummer der Versuchsreihe	Siebenter Tag										Achter			
	Stück	2 Kotyledonen	Stück	1½ Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	½ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	1½ Kotyledonen
VI	4	4·2	4	4·7	4	4·4	4	2·9	—	—	—	—	—	—
VII	5	0·7	5	1·0	4	0·9	5	1·6	—	—	—	—	—	—
VIII	8	6·8	8	4·3	8	4·3	8	2·1	—	—	—	—	—	—
IX	3	1·2	3	1·2	3	2·1	3	1·8	—	—	3	4·2	3	3·7
X	3	0·8	3	5·1	3	5·0	1	0·7	—	—	—	—	—	—
XI	2	3·8	3	5·3	3	9·5	3	3·6	—	—	—	—	—	—
XII	3	6·8	3	2·3	3	5·6	3	2·3	—	—	—	—	—	—
XIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6·9	3	7·8
XIV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XV	3	8·0	3	9·1	3	8·6	3	8·0	—	—	—	—	—	—
XVII	3	5·4	3	7·4	3	5·3	3	4·4	—	—	—	—	—	—
XVIII	3	6·5	3	7·3	3	5·5	3	4·4	—	—	—	—	—	—
XIX	2	4·6	2	3·1	3	2·8	3	0·9	3	0·2	—	—	—	—
XXI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	5·8	4	4·7
XXII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXIII	4	2·1	4	1·8	4	2·0	4	1·8	4	0·2	—	—	—	—
XXIV	4	4·3	4	2·8	4	3·9	4	2·3	4	0·2	—	—	—	—
XXV	5	3·7	5	2·4	5	2·8	5	3·1	5	0·3	—	—	—	—
XXVI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXVII	8	7·1	8	7·2	6	4·3	8	3·4	7	0·3	—	—	—	—

III (Fortsetzung).

Tag						Neunter Tag									
Stück	1 Kotyledo	Stück	½ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	1½ Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	½ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	8	8·4	8	5·2	8	4·7	8	2·3	—	—
3	4·3	3	3·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3	6·0	3	9·1	3	6·6	1	0·7	—	—
—	—	—	—	—	—	2	10·0	3	8·0	3	14·9	3	5·5	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	4·8	3	5·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3	12·7	3	7·4	3	10·4	3	7·4	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3	10·1	3	11·4	3	8·5	3	7·6	—	—
—	—	—	—	—	—	3	11·4	3	11·2	3	8·0	3	6·1	—	—
—	—	—	—	—	—	2	9·8	2	7·8	3	7·9	3	2·8	3	0·2
4	4·3	4	3·9	4	0·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	8	9·7	7	8·5	5	4·9	7	4·0	2	0·3

Tabelle

Nummer der Versuchsreihe	Zehnter Tag										Elfter			
	Stück	2 Kotyledonen	Stück	$1^1/_2$ Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	$^1/_2$ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	$1^1/_2$ Kotyledonen
VI	4	11·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IX	3	9·7	3	7·3	3	6·4	3	5·4	—	—	—	—	—	—
X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	9·0	3	10·3
XI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	11·9	3	8·2
XII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	9·7	3	11·9
XIV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XVII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XVIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XIX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXI	4	8·1	4	5·6	4	5·6	4	4·2	4	0·4	—	—	—	—
XXII	4	10·6	4	9·6	4	6·5	4	5·8	4	0·4	—	—	—	—
XXIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXIV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXVI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XXVII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

III (Fortsetzung).

Tag						Zwölfter Tag									
Stück	1 Kotyledo	Stück	$^1/_2$ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen	Stück	2 Kotyledonen	Stück	$1^1/_2$ Kotyledonen	Stück	1 Kotyledo	Stück	$^1/_2$ Kotyledo	Stück	0 Kotyledonen
—	—	—	—	—	—	4	12·0	4	10·9	3	11·2	4	5·9	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	6·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	15·4	3	5·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	5·4	3	6·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	4	8·5	4	5·8	4	5·8	4	4·3	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Art der Versuchspflanzen	Gesamtzahl der verwendeten Keimlinge	hievon entfallen auf die Reihe									
		I		II		III		IV		V	
		Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent
2 Kotyledonen	15	12	80	—	—	3	20	—	—	—	—
$1^1/_2$ »	15	—	—	8	53·33	—	—	7	46·67	—	—
1 Kotyledo ...	15	3	20	4	26·67	8	53·33	—	—	—	—
$^1/_2$ » ...	15	—	—	3	20	4	26·67	8	53·33	—	—
0 Kotyledonen	12	—	—	—	—	—	—	—	—	12	100

Fünfter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen
VI	$1^1/_2 > 1 > 2 = {}^1/_2 > 0$
VII	$^1/_2 > 1$ 2 und $1^1/_2$ Kotyledonen noch nicht meßbar
VIII	$2 > 1 > 1^1/_2 > {}^1/_2$
IX	$1 > 2 = {}^1/_2$ $1^1/_2$ Kotyledonen noch nicht meßbar
X	$1 > 1^1/_2 > {}^1/_2$ 2 » » » »
XI	$1 > 2 = {}^1/_2 > 1^1/_2$
XII	$2 > 1 > 1^1/_2 > {}^1/_2$
XIII	$2 = 1 > 1^1/_2 > {}^1/_2$
XIV	$1 > {}^1/_2 > 2 > 1^1/_2$
XV	$1 > 2 > {}^1/_2 > 1^1/_2$
XVII	$1^1/_2 > 2 = 1 = {}^1/_2$
XVIII	$1^1/_2 > 1 > {}^1/_2 > 2$
XIX	$2 = 1^1/_2 = 1 > {}^1/_2 > 0$
XXI	$1^1/_2 > 2 = 1 = {}^1/_2 > 0$
XXIII	$2 = 1^1/_2 = 1 > {}^1/_2 > 0$
XXIV	$2 > 1 > 1^1/_2 > {}^1/_2 > 0$
XXV	$^1/_2 > 2 = 1 > 1^1/_2 > 0$
XXVI	$2 = 1^1/_2 = 1 > {}^1/_2 > 0$
XXVII	$1^1/_2 > 2 > 1 > {}^1/_2 > 0$

Versuchsreihen in Prozenten, geordnet nach abnehmenden Epikotyllängen:

	Reihe				
	I	II	III	IV	V
2 Kotyledonen ...	36·84	36·84	10·53	5·26	10·53
$1^1/_2$ » ...	26·32	21·05	21·05	21·05	10·53
1 Kotyledo	26·32	36·84	36·84	—	—
$^1/_2$ »	10·53	5·26	26·32	57·89	—
0 Kotyledonen	—	—	—	—	100

Art der Versuchspflanzen	Gesamtzahl der verwendeten Keimlinge	hievon entfallen auf die Reihe									
		I		II		III		IV		V	
		Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent
2 Kotyledonen	75	29	38·67	28	37·33	7	9·33	3	4·00	8	10·67
$1^1/_2$ »	75	22	29·33	14	18·67	17	22·66	14	18·67	8	10·67
1 Kotyledo ...	75	15	20	30	40	30	40	—	—	—	—
$^1/_2$ » ...	76	10	13·16	3	3·95	15	19·73	48	63·16	—	—
0 Kotyledonen	36	—	—	—	—	—	—	—	—	36	100

Siebenter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen
VI	$1^1/_2 > 1 > 2 > {}^1/_2$
VII	$^1/_2 > 1^1/_2 > 1 > 2$
VIII	$2 > 1^1/_2 = 1 > {}^1/_2$
IX	$1 > {}^1/_2 > 2 = 1^1/_2$
X	$1^1/_2 > 1 > 2 > {}^1/_2$
XI	$1 > 1^1/_2 > 2 > {}^1/_2$

Versuchsreihe	Kotyledonen									
XII	2	>	1	>	$1^1/_2$	=	$^1/_2$			
XV	$1^1/_2$	>	1	>	2	=	$^1/_2$			
XVII	$1^1/_2$	>	2	>	1	>	$^1/_2$			
XVIII	$1^1/_2$	>	2	>	1	>	$^1/_2$			
XIX	2	>	$1^1/_2$	>	1	>	$^1/_2$	>	0	
XXIII	2	>	1	>	$1^1/_2$	=	$^1/_2$	>	0	
XXIV	2	>	1	>	$1^1/_2$	>	$^1/_2$	>	0	
XXV	2	>	$^1/_2$	>	1	>	$1^1/_2$	>	0	
XXVII	$1^1/_2$	>	2	>	1	>	$^1/_2$	>	0	

Versuchsreihen in Prozenten, geordnet nach abnehmenden Epikotyllängen:

	Reihe				
	I	II	III	IV	V
2 Kotyledonen	40	20	33·33	6·67	—
$1^1/_2$ »	40	26·67	20	13·33	—
1 Kotyledo	13·33	40	46·67	—	—
$^1/_2$ »	6·67	13·33	—	80	—
0 Kotyledonen	—	—	—	—	100

Art der Versuchspflanzen	Gesamtzahl der verwendeten Keimlinge	hievon entfallen auf die Reihe									
		I		II		III		IV		V	
		Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent
2 Kotyledonen	60	26	43·33	14	23·33	15	25	5	8·33	—	—
$1^1/_2$ »	61	24	39·34	18	29·51	11	18·03	8	13·11	—	—
1 Kotyledo ...	59	6	10·17	21	35·59	32	54·24	—	—	—	—
$^1/_2$ » ...	60	5	8·33	8	13·33	—	—	47	78·33	—	—
0 Kotyledonen	23	—	—	—	—	—	—	—	—	23	100

Neunter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen								
VIII	2	>	1½	>	1	>	½		
X	1½	>	1	>	2	>	½		
XI	1	>	2	>	1½	>	½		
XIV	2	>	1	>	1½	=	½		
XVII	1½	>	2	>	1	>	½		
XVIII	2	>	1½	>	1	>	½		
XIX	2	>	1	>	1½	>	½	>	0
XXVII	2	>	1½	>	1	>	½	>	0

Versuchsreihen in Prozenten, geordnet nach abnehmenden Epikotyllängen:

	Reihe				
	I	II	III	IV	V
2 Kotyledonen	62·5	25	12·5	—	—
1½ »	25	37·5	37·5	—	—
1 Kotyledo	12·5	37·5	50	—	—
½ »	—	—	—	100	—
0 Kotyledonen	—	—	—	—	100

Art der Versuchspflanzen	Gesamtzahl der verwendeten Keimlinge	hievon entfallen auf die Reihe									
		I		II		III		IV		V	
		Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent
2 Kotyledonen	32	24	75·00	5	15·63	3	9·37	—	—	—	—
1½ »	32	6	18·75	18	56·25	8	25·00	—	—	—	—
1 Kotyledo ...	31	3	9·68	9	29·03	19	61·29	—	—	—	—
½ » ...	31	—	—	—	—	—	—	31	100	—	—
0 Kotyledonen	5	—	—	—	—	—	—	—	—	5	100

Aus den Zusammenstellungen geht hervor, daß bei den normalen Keimlingen von Anfang an die längsten Epikotyle überwogen. Die nächst größte Anzahl von längsten Epikotylen hatten am vierten und fünften Tage die Keimlinge, denen die Hälfte des ursprünglichen Reservestoffvorrates verblieben war; später aber blieben sie gegen die Keimlinge mit größeren Reservestoffmengen stark zurück. Die kleinsten Epikotyle wiesen während der ganzen Versuchsdauer die Pflanzen mit einem halben Kotyledo auf. Die Epikotyle der Keimlinge ohne Keimblätter wuchsen überhaupt nicht weiter oder es war nur ein ganz minimaler Zuwachs festzustellen.

Bei Durchsicht der Zusammenstellung, in welcher die Wachstumsintensitäten der Epikotyle angegeben sind (siehe p. 1410—1414), ist die Übereinstimmung mit den eben besprochenen Ergebnissen ersichtlich.

Von dem Moment der Streckung der Epikotyle an ist die rascheste Längenzunahme bei den Keimlingen mit zwei Kotyledonen zu beobachten. In der ersten Zeit ist aber auch bei einigen Keimlingen mit verletzten Kotyledonen eine große Wachstumsintensität wahrzunehmen.

Zuerst wird das Wachstum der Epikotyle bei den Keimlingen ohne Kotyledonen abgeschlossen, dann folgen die mit einem halben Kotyledo, dann die mit einem und $1^1/_2$ Kotyledonen. Am längsten dauert die Entwicklung der Epikotyle der Normalpflanzen.

Wachstumsintensität.

Vom vierten bis fünften Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe		
	XV	XXIII	XXVI
2 Kotyledonen	**2·571**	**0·750**	1·500
$1^1/_2$ »	2·142	**0·750**	**2·000**
1 Kotyledo	2·111	**0·750**	1·500
$^1/_2$ »	1·875	0·500	1·000
0 Kotyledonen	—	0·000	0·500

Vom vierten bis sechsten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe XXII
2 Kotyledonen...	**6·142**
$1^1/_2$ » ...	5·428
1 Kotyledo.....	3·333
$^1/_2$ »	5·000
0 Kotyledonen.....	0·000

Von fünften bis sechsten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe XXI
2 Kotyledonen...	1·571
$1^1/_2$ » ...	**1·625**
1 Kotyledo.....	1·428
$^1/_2$ »	1·142
0 Kotyledonen.....	0·000

Vom fünften bis siebenten Tage.

Keimlinge mit	Versuchreihe							
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XV
2 Kotyledonen	**5·000**	zirka 0·700	**6·555**	3·000	zirka 0·800	2·800	**4·666**	2·200
$1^1/_2$ »	4·222	zirka 1·000	5·142	zirka 1·200	**5·375**	5·625	1·875	**3·136**
1 Kotyledo ...	4·500	1·250	4·375	3·200	4·000	**6·916**	4·600	2·071
$^1/_2$ » ...	3·142	**1·666**	3·200	**5·000**	0·166	2·600	2·285	2·478
0 Kotyledonen	—	—	—	—	—	—	—	—

Keimlinge mit	Versuchsreihe						
	XVII	XVIII	XIX	XXIII	XXIV	XXV	XXVII
2 Kotyledonen ...	**3·500**	**6·222**	**5·571**	**2·000**	4·375	**5·166**	**3·733**
$1^1/_2$ » ...	3·352	3·866	3·428	1·571	3·666	3·800	2·789
1 Kotyledo	3·416	4·000	3·000	1·857	**4·571**	3·666	2·071
$^1/_2$ »	2·666	3·400	1·250	**2·000**	3·600	3·428	1·833
0 Kotyledonen	—	—	0·000	0·000	0·000	0·000	0·500

Vom fünften bis achten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe XIII
2 Kotyledonen...	7·625
$1^1/_2$ » ...	**10·142**
1 Kotyledo.....	5·000
$^1/_2$ »	7·333
0 Kotyledonen.....	—

Vom fünften bis neunten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe XIV
2 Kotyledonen...	**5·350**
$1^1/_2$ » ...	4·285
1 Kotyledo.....	2·354
$^1/_2$ »	1·740
0 Kotyledonen.....	—

Vom sechsten bis achten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe XXI
2 Kotyledonen...	**2·222**
$1^1/_2$ » ...	1·238
1 Kotyledo.....	1·529
$^1/_2$ »	1·600
0 Kotyledonen.....	0·000

Vom sechsten bis zehnten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe XXII
2 Kotyledonen...	1·120
$1^1/_2$ » ...	1·133
1 Kotyledo.....	**1·500**
$^1/_2$ »	0·611
0 Kotyledonen.....	0·333

Vom siebenten bis achten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe IX
2 Kotyledonen.....	**2·500**
$1^1/_2$ »	2·083
1 Kotyledo.....	1·047
$^1/_2$ »	1·055
0 Kotyledonen.....	—

Vom siebenten bis neunten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe						
	VIII	X	XI	XVII	XVIII	XIX	XXVII
2 Kotyledonen ...	**0·235**	**6·500**	**1·631**	**0·870**	**0·753**	1·130	**0·366**
$1^1/_2$ » ...	0·209	0·784	0·509	0·540	0·534	1·516	0·180
1 Kotyledo	0·093	0·320	0·568	0·603	0·454	1·821	0·139
$^1/_2$ »	0·095	0·000	0·527	0·727	0·386	**2·111**	0·176
0 Kotyledonen	—	—	—	—	—	0·000	0·000

Vom achten bis zehnten Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe	
	IX	XXI
2 Kotyledonen	**1·309**	**0·396**
$1^1/_2$ »	0·972	0·191
1 Kotyledo....	0·488	0·302
$^1/_2$ »	0·459	0·076
0 Kotyledonen...	—	0·333

Vom achten bis elften Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe XIII
2 Kotyledonen.	0·405
$1^1/_2$ » .	**0·525**
1 Kotyledo....	0·125
$^1/_2$ »	0·280
0 Kotyledonen...	—

Vom neunten bis elften Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe	
	X	XI
2 Kotyledonen.....	**0·500**	**0·190**
$1^1/_2$ »	0·131	0·025
1 Kotyledo.....	0·015	0·033
$^1/_2$ »	—	0·018
0 Kotyledonen.....	—	—

Vom zehnten bis zwölften Tage.

Keimlinge mit	Versuchsreihe XXI
2 Kotyledonen.....	**0·049**
$1^1/_2$ »	0·035
1 Kotyledo.....	0·035
$^1/_2$ »	0·023
0 Kotyledonen.....	—

Hypokotyle und Epikotyle.

Berechnet man die Gesamtlänge der Pflanzen, d. h. die Länge der Hypokotyle plus der Länge der Epikotyle, so wird dadurch eine Verschiebung der für die Hypokotyle allein aufgefundenen Resultate herbeigeführt.

Die folgenden Zusammenstellungen zeigen die Verschiebungen gegenüber den bei den Hypokotylen gefundenen Verhältnissen.

Der größte Unterschied ist bei den normalen Keimlingen und bei denen mit einem halben Keimblatt am vierten Tage wahrzunehmen.

Am siebenten Tage waren unter den längsten Pflanzen 50% der Keimlinge mit 2 Kotyledonen und 16·95% der Keimlinge mit einem Kotyledo, während die entsprechenden Werte bei den Hypokotylen 33·3% und 32·8% betrugen.

Vierter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
XV	$^1/_2$	9·9 =	1	9·9 >	2	8·9 >	$1^1/_2$	8·8 >	—	—
XXII	1	6·8 >	$^1/_2$	5·6 =	2	5·6 >	$1^1/_2$	5·4 >	0	2·5
XXIII	$1^1/_2$	4·0 >	2	3·7 >	1	3·6 >	$^1/_2$	3·5 >	0	2·2
XXVI	$^1/_2$	5·3 >	$1^1/_2$	4·9 >	2	4·4 =	1	4·4 >	0	2·0

Von den vier Versuchsreihen entfielen auf die längsten Keimlinge

1 Versuchsreihe mit $1^1/_2$ Kotyledonen (25%),
1 » » 1 Kotyledo (25%),
2 Versuchsreihen » $^1/_2$ » (50%);

die nächst längsten Keimlinge

1 Versuchsreihe mit 2 Kotyledonen (25%),
1 » » $1^1/_2$ » (25%),
1 » » 1 Kotyledo (25%),
1 » » $^1/_2$ » (25%);

kleineren Keimlinge

3 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen (75%),
1 Versuchsreihe mit 1 Kotyledo (25%);

noch kleineren Keimlinge

2 Versuchsreihen mit $1^1/_2$ Kotyledonen (50%),
1 Versuchsreihe » 1 Kotyledo (25%),
1 » » $^1/_2$ » (25%);

die kleinsten Keimlinge

3 Versuchsreihen mit 0 Kotyledonen (100%).

Art der Versuchspflanzen	Gesamtzahl der verwendeten Keimlinge	hievon entfallen auf die Reihe									
		I		II		III		IV		V	
		Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent
2 Kotyledonen	15	—	—	4	26·67	11	73·33	—	—	—	—
$1^1/_2$ »	15	4	26·67	4	26·67	4	26·67	7	46·66	—	—
1 Kotyledo ...	15	4	26·67	3	20·00	—	—	4	26·67	—	—
$^1/_2$ » ...	15	7	46·66	4	26·66	—	—	4	26·67	—	—
0 Kotyledonen	12	—	—	—	—	—	—	—	—	12	100

Fünfter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
VI	1	8·5 >	1/2	7·5 >	2	7·1 =	1 1/2	7·1 >	0	2·5
VII	1/2	5·6 >	2	4·6 >	1	4·3 >	1 1/2	3·5	—	—
VIII	2	6·7 >	1	6·5 >	1 1/2	5·7 >	1/2	5·6	—	—
IX	1	7·3 >	1 1/2	7·2 >	1/2	7·0 >	2	5·2	—	—
X	1	12·6 >	1 1/2	12·3 >	1/2	8·3 >	2	7·3	—	—
XI	1	13·9 >	1/2	11·3 >	1 1/2	8·8 >	2	7·9	—	—
XII	1	14·7 >	2	12·9 >	1 1/2	11·3 >	1/2	10·6	—	—
XIII	1/2	10·9 >	2	9·6 >	1 1/2	8·9 >	1	8·6	—	—
XIV	2	16·5 >	1	16·1 >	1/2	15·8 >	1 1/2	14·3	—	—
XV	1	14·6 >	2	14·1 >	1/2	13·9 >	1 1/2	13·6	—	—
XVII	1	12·0 >	1/2	11·5 >	1 1/2	11·1 >	2	10·9	—	—
XVIII	1	11·3 >	1 1/2	10·7 >	1/2	9·8 >	2	7·2	—	—
XIX	1	8·4 >	2	7·9 >	1 1/2	7·7 >	1/2	7·2 >	0	2·7
XXI	1/2	6·4 >	1 1/2	6·2 >	1	5·3 >	2	4·8 >	0	3·0
XXIII	2	5·7 =	1	5·7 >	1 1/2	5·5 >	1/2	5·0 >	0	2·2
XXIV	2	5·9 >	1	4·9 >	1/2	4·8 =	1 1/2	4·8 >	0	2·1
XXV	1/2	4·6 =	2	4·6 >	1	4·0 >	1 1/2	3·6 >	0	2·1
XXVI	1 1/2	9·6 >	2	8·9 >	1	8·2 >	1/2	7·7 >	0	2·2
XXVII	1	10·9 >	2	10·5 >	1 1/2	10·4 >	1/2	9·3 >	0	2·5

Von den 19 Versuchsreihen entfielen auf die längsten Keimlinge

4 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen (21·05%),
1 Versuchsreihe » 1 1/2 » (5·26%),
10 Versuchsreihen » 1 Kotyledo (52·63%),
4 » » 1/2 » (21·05%);

die nächst längsten Keimlinge

8 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen (42·11%),
4 » » 1 1/2 » (21·05%),
4 » » 1 Kotyledo (21·05%),
3 » » 1/2 » (15·79%);

kleineren Keimlinge

1 Versuchsreihe mit 2 Kotyledonen (5·26%),
8 Versuchsreihen » $1^1/_2$ » (42·11%),
4 » » 1 Kotyledo (21·05%),
6 » » $^1/_2$ » (31·58%);

noch kleineren Keimlinge

6 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen (31·58%),
6 » » $1^1/_2$ » (31·58%),
1 Versuchsreihe » 1 Kotyledo (5·26%),
6 Versuchsreihen » $^1/_2$ » (31·58%);

die kleinsten Keimlinge

8 Versuchsreihen mit 0 Kotyledonen (100%).

Art der Versuchspflanzen	Gesamtzahl der verwendeten Keimlinge	hievon entfallen auf die Reihe									
		I		II		III		IV		V	
		Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent
2 Kotyledonen	75	19	25·33	34	45·33	4	5·33	18	24·00	—	—
$1^1/_2$ »	75	4	5·33	13	17·33	34	45·33	24	32·00	—	—
1 Kotyledo ...	75	35	46·67	19	25·33	18	24·00	3	4·00	—	—
$^1/_2$ » ...	76	17	22·37	10	13·16	19	25·00	30	39·47	—	—
0 Kotyledonen	36	—	—	—	—	—	—	—	—	36	100

Siebenter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
VI	1	16·0 >	2	15·5 >	$1^1/_2$	15·0 >	$^1/_2$	11·2	—	—
VII	$^1/_2$	8·1 >	$1^1/_2$	7·2 >	2	6·8 >	1	6·4	—	—
VIII	2	14·8 >	$1^1/_2$	11·2 >	1	11·1 >	$^1/_2$	8·3	—	—

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimerer	Kotyledonen	Zentimeter
IX	1	15·8 >	1½	15·1 =	½	15·1 >	2	12·9	—	—
X	1½	19·5 >	1	18·0 >	2	13·9 >	½	8·5	—	—
XI	1	24·7 >	½	15·3 >	1½	15·1 >	2	9·1	—	—
XII	2	21·5 >	1	20·4 >	1½	14·8 >	½	13·6	—	—
XV	1½	22·5 >	1	20·5 >	2	20·2 >	½	19·7	—	—
XVII	1½	19·0 >	2	17·5 >	1	17·1 >	½	15·7	—	—
XVIII	1½	19·3 >	1	16·9 >	2	16·1 >	½	15·3	—	—
XIX	2	16·9 >	1	15·2 >	1½	13·6 >	½	12·1 >	0	2·8
XXIII	2	9·5 >	1	9·2 >	1½	8·6 >	½	7·6 >	0	2·3
XXIV	1½	12·4 >	2	12·3 >	1	11·3 >	½	7·7 >	0	2·3
XXV	2	12·3 >	1½	9·0 >	½	8·9 >	1	8·7 >	0	2·1
XXVII	2	17·5 >	1½	16·3 >	1	14·9 >	½	11·9 >	0	2·6

Von den 15 Versuchsreihen entfielen auf die längsten Keimlinge

6 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen (40%),
5 » » 1½ » (33·33%),
3 » » 1 Kotyledo (20%),
1 Versuchsreihe » ½ » (6·67%);

die nächst längsten Keimlinge

3 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen (20%),
5 » » 1½ » (33·33%),
6 » » 1 Kotyledo (40%),
1 Versuchsreihe » ½ » (6·67%);

kleineren Keimlinge

4 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen (26·67%),
5 » » 1½ » (33·33%),
4 » » 1 Kotyledo (26·67%),
2 » » ½ » (13·33%);

noch kleineren Keimlinge

2 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen (13·33%),
2 » » 1 Kotyledo (13·33%),
11 » » $^1/_2$ » (73·33%);

die kleinsten Keimlingen

5 Versuchsreihen mit 0 Kotyledonen (100%),

Art der Versuchspflanzen	Gesamtzahl der verwendeten Keimlinge	hievon entfallen auf die Reihe									
		I		II		III		IV		V	
		Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent
2 Kotyledonen	60	30	50·00	11	18·33	14	23·33	5	8·33	—	—
$1^1/_2$ »	61	16	26·23	29	47·54	16	26·23	—	—	—	—
1 Kotyledo ...	59	10	16·95	19	32·20	21	35·59	9	15·25	—	—
$^1/_2$ » ...	60	5	8·33	3	5·00	8	13·33	44	73·33	—	—
0 Kotyledonen	23	—	—	—	—	—	—	—	—	23	100

Neunter Tag.

Versuchsreihe	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter	Kotyledonen	Zentimeter
VIII	2	16·5 >	$1^1/_2$	12·3 >	1	11·6 >	$^1/_2$	8·5	—	—
X	$1^1/_2$	23·5 >	2	20·5 >	1	19·6 >	$^1/_2$	8·5	—	—
XI	1	30·2 >	$1^1/_2$	17·9 >	$^1/_2$	17·2 >	2	15·7	—	—
XIV	2	28·6 >	1	23·6 >	$1^1/_2$	21·0 >	$^1/_2$	20·7	—	—
XVII	$1^1/_2$	23·0 >	2	22·2 >	1	20·3 >	$^1/_2$	18·9	—	—
XVIII	$1^1/_2$	23·2 >	2	21·0 >	1	19·4 >	$^1/_2$	17·0	—	—
XXVII	2	20·2 >	$1^1/_2$	17·7 >	1	14·9 >	$^1/_2$	12·7 >	0	2·8

Von den sieben Versuchsreihen entfielen auf die längsten Keimlinge

3 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen (42·85%),
3 » » $1^1/_2$ » (42·85%),
1 Versuchsreihe » 1 Kotyledo (14·29%);

die nächst längsten Keimlinge

3 Versuchsreihen mit 2 Kotyledonen (42·85%),
3 » » $1^1/_2$ » (42·85%),
1 Versuchsreihe » 1 Kotyledo (14·29%);

kleineren Keimlinge

1 Versuchsreihe mit $1^1/_2$ Kotyledonen (14·29%),
5 Versuchsreihen » 1 Kotyledo (71·42%),
1 Versuchsreihe » $^1/_2$ » (14·29%);

noch kleineren Keimlinge

1 Versuchsreihe mit 2 Kotyledonen (14·29%),
6 Versuchsreihen mit $^1/_2$ Kotyledo (85·71%);

die kleinsten Keimlinge

1 Versuchsreihe mit 0 Kotyledonen (100%).

Art der Versuchs-pflanzen	Gesamtzahl der verwendeten Keimlinge	hievon entfallen auf die Reihe									
		I		II		III		IV		V	
		Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent	Stück	Prozent
2 Kotyledonen	30	19	63·33	9	30·00	—	—	2	6·67	—	—
$1^1/_2$ »	30	9	30·00	18	60·00	3	10·00	—	—	—	—
1 Kotyledo ...	28	3	10·71	3	10·71	22	78·57	—	—	—	—
$^1/_2$ » ...	28	—	—	—	—	3	10·71	25	89·29	—	—
0 Kotyledonen	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	100

Internodien.

Die Internodien waren um so länger, je mehr Reservestoffe den Keimlingen ursprünglich zur Verfügung standen. Dem Reservestoffvorrat zur Zeit des Versuchsbeginnes entsprach auch die zeitliche Entwicklung und die Zahl der zur Ausbildung gelangten Internodien.

Diese Verhältnisse veranschaulicht die Tabelle IV (siehe p. 1422 bis 1429). Es wird darin angegeben, wie viele Internodien bei den einzelnen Kategorien von Versuchspflanzen entwickelt wurden, welche Durchschnittslängen dieselben erreichten und wie viele Pflanzen zu dieser Berechnung in Verwendung kamen. Außerdem ist aus dieser Tabelle zu ersehen, wann die einzelnen Internodien deutlich sichtbare Längen erreichten.

Außer den bisher angeführten Daten ist aus dem Versuchsprotokoll noch zu entnehmen, daß die normalen Pflanzen gewöhnlich die stärksten Hypokotyle und größten Primordialblätter und Laubblätter hatten, während die Keimlinge, welche eines Teiles oder ihres ganzen Reservestoffvorrates beraubt worden waren, schwächere Hypokotyle und kleinere Blätter entwickelten. Die Dicke und Größe dieser Organe war um so geringer, je weniger von der Kotyledonenmasse den Keimlingen zur Zeit des Versuchsbeginnes verblieben war.

In gewissen Entwicklungsstadien waren also die Keimlinge, denen Teile der Kotyledonen abgeschnitten worden waren, länger als die normalen Keimlinge. Sie hatten auch schwächere Hypokotyle und kleinere Primordialblätter als diese, erweckten daher, abgesehen von der grünen Färbung, den Eindruck etiolierter Pflanzen, indem sie die für das Etiolement charakteristischen Eigenschaften, Streckung des Stengels bei gleichzeitiger Verminderung des Durchmessers und Verkleinerung der Blattlamina, zeigten.

Am deutlichsten war diese Erscheinung zu einer Zeit zu beobachten, wo die Keimlinge bereits längere Hypokotyle, aber noch kleine Epikotyle entwickelt hatten.

Es entfielen von den Keimlingen, welche die längsten Hypokotyle gebildet hatten:

Tabelle IV.

Keimlinge mit 2 Kotyledonen.

Tag	Versuch	Internodien (1.—7.)													
		St.	1.	St.	2.	St.	3.	St.	4.	St.	5.	St.	6.	St.	7.
5.	XIV	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XV	3	0·133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.	XXII	2	0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	VIII	7	0·371	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XII	3	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XV	3	0·766	1	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVIII	1	0·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XX	1	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIII	3	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIV	4	0·125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXV	5	0·18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXVII	8	0·212	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.	IX	1	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIII	2	0·3	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXI	4	0·25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.	VIII	8	1·287	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	X	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	2	0·7	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIV	3	3·033	2	0·25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVII	3	0·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	XVIII	3	1·6	2	0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXVII	8	0·712	5	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.	XXI	4	2·15	4	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VI	4	0·825	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXII	4	2·5	4	0·225	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVI	1	1·5	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.	X	2	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	2	4·1	2	0·25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIII	2	2·5	2	0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	VI	4	2·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXI	4	8·475	4	0·65	3	0 166	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13.	V	5	6·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VII	5	4·6	3	0·633	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VIII	8	5·4	7	0·428	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	X	2	0·35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XII	3	1·1	3	0·133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIII	4	7·1	4	1·075	3	0·266	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14.	IX	3	0·9	1	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.	XIII	2	3·1	2	0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.	XXI	4	10·6	4	3·5	4	0·375	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17.	VI	4	3·4	3	0·333	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VII	5	5·3	4	0·925	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	2	6·6	2	1·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18.	IX	3	0·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.	VIII	8	6·675	8	1·575	5	1·92	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.	XVIII	3	9·333	3	6·1	2	2·000	2	0·15	—	—	—	—	—	—	—
21.	XVII	3	10·366	3	7·833	3	1·733	2	0·2	—	—	—	—	—	—	—
22.	XXI	4	10 675	3	5·033	3	1·533	2	0·15	—	—	—	—	—	—	—
39.	XXI	4	10·675	2	5·7	2	4·75	2	4·1	2	2·9	1	0·5	1	0·1	
43.	XVII	3	10·366	3	8·666	3	5·333	3	2·6	3	1·0	1	0·7	1	0·1	
	XVIII	1	10·7	1	8·4	1	5·5	1	6·3	1	4·3	—	—	—	—	

Tabelle IV (Fortsetzung).

Keimlinge mit $1^1/_2$ Kotyledonen.

Tag	Versuch	Internodien (1.—7.)													
		St.	1.	St.	2.	St.	3.	St.	4.	St.	5.	St.	6.	St.	7.
5.	XIV	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XV	3	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.	XXII	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	VIII	7	0·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	2	0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XII	1	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XV	3	0·233	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVIII	1	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XX	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIII	4	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIV	4	0·175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXV	5	0·12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXVII	7	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.	IX	3	0·133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXI	3	0·166	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.	VIII	7	0·885	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	X	2	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	2	0·95	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIV	3	0·133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVII	3	0·446	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	XVIII	3	0·5	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXVII	7	0·6	2	0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.	XXI	3	0·6	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXII	4	1·1	4	0·125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.	X	2	0·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	2	1·8	2	0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIII	3	0·233	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	VI	4	2·65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXI	4	1·45	2	0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13.	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VII	5	4·1	2	0·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VIII	8	3·9	5	0·28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	X	2	0·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XII	1	6·8	1	0·5	1	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIII	4	4·35	4	0·475	2	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—
14.	IX	2	0·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.	XIII	3	0·3	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.	XXI	3	2·766	2	0·35	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—
17.	VI	3	4·1	2	4·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VII	5	4·86	2	1·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	2	5·3	2	0·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18.	IX	3	0·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.	VIII	6	6·3	6	1·533	5	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—
20.	XVIII	3	13·2	3	2·733	3	0·166	—	—	—	—	—	—	—	—
21.	XVII	3	11·8	3	5·633	3	0·533	1	0·1	—	—	—	—	—	—
22.	XXI	3	3·166	3	1·166	1	0·7	1	0·1	—	—	—	—	—	—
39.	XXI	3	3·4	2	2·1	2	1·9	2	4·7	1	13·2	1	1·8	—	—
43.	XVII	3	11·8	3	17·033	3	5·2	3	3·8	2	4·15	2	2·45	2	0·25
	XVIII	3	13·433	3	5·7	3	4·766	3	2·2	3	0·866	1	0·4	1	0·1

Tabelle IV (Fortsetzung).

Keimlinge mit einem Kotyledo.

Tag	Versuch	Internodien (1.—7.)													
		St.	1.	St.	2.	St.	3.	St.	4.	St.	5.	St.	6.	St.	7.
5.	XIV	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XV	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.	XXII	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	VIII	6	0·283	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XII	1	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XV	3	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVIII	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XX	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIII	3	0·133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIV	4	0·175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXV	5	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXVII	3	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.	IX	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXI	4	0·175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.	VIII	6	0·383	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	X	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	2	0·45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIV	3	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	XVIII	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXVII	2	0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.	XXI	4	0·775	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXII	4	0·575	3	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.	X	2	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	2	0·8	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIII	3	0·133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	VI	3	1·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXI	4	2·825	4	0·15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13.	V	5	0·96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VII	3	3·866	2	0·45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VIII	6	1·633	2	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	X	1	0·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIII	4	0·325	4	0·35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14.	IX	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.	XIII	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.	XXI	4	4·25	3	0·5	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—
17.	VI	3	1·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VII	3	4·233	2	0·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	2	2·65	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18.	IX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.	VIII	3	3·366	3	0·333	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—
20.	XVIII	3	5·533	3	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.	XVII	3	7·033	3	1·066	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—
22.	XXI	3	5·666	3	2·033	3	0·433	1	0·1	—	—	—	—	—	—
39.	XXI	2	7·2	2	3·1	2	2·3	1	6·3	1	4·4	1	0·2	—	—
43.	XVII	3	7·366	3	4·133	3	3·033	2	2·6	1	2·2	1	0·2	—	—
	XVIII	3	7·633	2	2·2	2	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle IV (Fortsetzung).

Keimlinge mit einem halben Kotyledo.

Tag	Versuch	Internodien (1.—7.)													
		St.	1.	St.	2.	St.	3.	St.	4.	St.	5.	St.	6.	St.	7.
5.	XIV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.	XXII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	VIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIV	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXV	5	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXVII	4	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.	IX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXI	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.	VIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	XVIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXVII	5	0·12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.	XXI	1	0·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXII	4	0·275	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XVI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXI	3	0·266	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13.	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VII	5	1·34	1	0·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VIII	2	0·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XXIII	4	0·875	3	0·133	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14.	IX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.	XIII	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.	XXI	2	3·9	2	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17.	VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VII	5	1·46	1	0·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XI	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18.	IX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.	VIII	1	1·4	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.	XVIII	3	2·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.	XVII	3	3·466	1	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.	XXI	2	2·65	2	0·3	1	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—
39.	XXI	1	2·0	1	2·4	1	2·7	1	2·1	1	0·2	—	—	—	—
43.	XVII	3	5·166	3	1·833	1	3·8	1	0·5	1	0·1	—	—	—	—
	XVIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

am 3. Tage 35·4%, 4. Tage 19·2%, 5. Tage 27·6%, 7. Tage 32·8%, 9. Tage 80·6% auf Keimlinge mit 2 Kotyledonen;

am 3. Tage 64·6%, 4. Tage 80·8%, 5. Tage 72·4%, 7. Tage 67·2%, 9. Tage 19·4% auf Keimlinge mit zum Teil abgeschnittenen Kotyledonen ($1^1/_2$, 1 und $^1/_2$ Kotyledonen);

am 3. Tage 49·4%, 4. Tage 65·4%, 5. Tage 64·4%, 7. Tage 41·0%, 9. Tage 9·7% auf Keimlinge mit einem und auf solche mit einem halben Kotyledo;

am 3. Tage 26·6%, 4. Tage 38·5%, 5. Tage 42·5%, 7. Tage 32·8%, 9. Tage 9·7% auf Keimlinge mit einem Keimblatt.

Es waren also die Keimlinge, denen ein Teil der Kotyledonen fehlte, bald nach der Aufstellung des Versuches länger als die normalen; insbesondere war dies der Fall bei den Keimlingen, denen die Hälfte des ursprünglichen Reservestoffvorrates fehlte; diesen standen die Keimlinge, denen mehr als die Hälfte der Keimblätter abgenommen worden war, am nächsten.

Am vierten und fünften Tage waren die Keimlinge mit einem und die mit einem halben Kotyledo am längsten, dann wurden sie von den Keimlingen mit 2 Kotyledonen überholt und schließlich waren nur wenige Keimlinge mit $1^1/_2$ und 1 Kotyledo unter den längsten zu finden, von denen mit einem halben Kotyledo gar keine.

Betrachtet man die Gesamtlänge der Keimlinge (d. h. Länge der Hypokotyle + Länge der Epikotyle), so ergibt sich folgendes:

Es entfielen von den Keimlingen, welche die längsten Stengel gebildet hatten:

am 4. Tage 0%, 5. Tage 25·33%, 7. Tage 49·18%, 9. Tage 61·29% auf Keimlinge mit 2 Kotyledonen;

am 4. Tage 100%, 5. Tage 74·67%, 7. Tage 50·82%, 9. Tage 38·71% auf Keimlinge mit zum Teil abgeschnittenen Kotyledonen ($1^1/_2$, 1 und $^1/_2$ Kotyledonen);

am 4. Tage 73·33%, 5. Tage 69·33%, 7. Tage 24·59%, 9. Tage 9·68% auf Keimlinge mit einem und auf solche mit einem halben Kotyledo;

am 4. Tage 26·67%, 5. Tage 46·67%, 7. Tage 16·39%, 9. Tage 9·68% auf Keimlinge mit einem Keimblatt.

Das Bild über das Verhältnis der Längenentwicklung der Hypokotyle der vier Arten von Versuchspflanzen erfährt eine Veränderung, indem es sich hier zeigt, daß am vierten Tage nur Keimlinge mit geringeren Reservestoffmengen die größten Längen erreichten und von diesen die mit einem halben Keimblatt an erster Stelle standen.

Am fünften Tage entsprachen die gefundenen Werte ziemlich den für die Hypokotyle ermittelten. Später war dann bei den Pflanzen mit Hypokotylen und Epikotylen ein schnelleres Zurückbleiben der Keimlinge, welche ursprünglich weniger als zwei Keimblätter zur Verfügung hatten, als bei Messung der Hypokotyle allein wahrzunehmen.

Die Entwicklung der drei ersten Internodien war die folgende:

Versuchstag	Internodium	Durchschnittslänge bei Keimlingen mit 2 Kotyledonen	Anzahl der Versuchsreihen	Durchschnittslänge bei Keimlingen mit 1½ Kotyledonen	Anzahl der Versuchsreihen	Durchschnittslänge bei Keimlingen mit 1 Kotyledo	Anzahl der Versuchsreihen	Durchschnittslänge bei Keimlingen mit ½ Kotyledo	Anzahl der Versuchsreihen
5.	1.	0·1 *cm*	2	0·1 *cm*	2	0·1 *cm*	2	—	—
6.	1.	0·2	1	0·1	1	0·1	1	—	—
7.	1.	0·3	10	0·2	10	0·1	10	0·1 *cm*	3
	2.	0·2	1	0·1	1	—	—	—	—
9.	1.	1·1	7	0·5	7	0·2	6	0·1	1
	2.	0·2	4	0·1	3	—	—	—	—
11.	1.	2·3	3	0·8	3	0·4	3	—	—
	2.	0·2	2	0·1	2	0·1	1	—	—
13.	1.	4·1	6	3·9	5	1·4	5	1·0	3
	2.	0·6	4	0·5	4	0·3	3	0·2	2
	3.	0·3	1	0·2	2	—	—	—	—

Die Internodien entwickelten sich erst vom siebenten Versuchstag an etwas kräftiger; bis dahin war kein besonderes Wachstum und kein auffallender Unterschied bei den einzelnen Versuchspflanzen festzustellen. Am siebenten Versuchstage sind die ersten Internodien der Keimlinge mit zwei Kotyledonen am längsten und bleiben es während der ganzen Entwicklung.

Auch das Wachstum der folgenden Internodien ist bei den normalen Pflanzen den Pflanzen mit ursprünglich verletzten Kotyledonen gegenüber gefördert.

Hier findet also eine Überverlängerung des Organs bei den Keimlingen, denen Teile der Keimblätter abgeschnitten worden waren, nicht statt. Je mehr Reservestoffe dem Keimling ursprünglich zur Verfügung standen, desto länger wurden die Internodien.

Die Streckung der Achsenteile der Keimlinge mit weniger als 2 Kotyledonen beschränkte sich also hauptsächlich auf das Hypokotyl. Bei dem epikotylen Glied trat diese Erscheinung nicht mehr so ausgeprägt auf.

Aus dem Gesagten und aus dem Versuchsprotokoll geht hervor, daß die Stengelteile der Keimlinge mit verletzten Kotyledonen nur so lange den normalen Keimlingen gegenüber ein beschleunigtes Wachstum zeigten, so lange die Kotyledonen nicht aufgebraucht waren.

Je geringer die Reservestoffmengen waren, welche die *Phaseolus*-Keimlinge zur Zeit des Versuchsbeginnes zur Verfügung hatten, desto früher wurden sie in der Länge von den Keimlingen mit zwei Keimblättern überholt.

Die vom Vorhandensein der Reservenahrung abhängige Streckung der Hypokotyle und Epikotyle und die damit verbundene, wenn auch nicht immer sehr scharf hervortretende Verkleinerung der Lamina der Primordialblätter war ein erwünschtes Ergebnis zur Ergänzung der von Sachs,[1] Amelung,[2] Jost[3] und Dubbels[4] durchgeführten Versuche.

---

[1] J. Sachs, l. c.
[2] E. Amelung, l. c.
[3] L. Jost, l. c.
[4] H. Dubbels, l. c.

Während die genannten Forscher Pflanzenteile im Dunkeln durch kräftige Ernährung vermittelst der dem Lichte ausgesetzten Organe der Pflanze zur beinahe normalen oder sogar zur normalen Ausbildung bringen konnten, ist es durch teilweise Wegnahme der Keimblätter, insbesondere von einem oder $1^1/_2$ Kotyledonen von Keimpflanzen von *Phaseolus vulgaris* gelungen, im Lichte Verlängerung der Stengelteile und Verkleinerung der Blattspreite hervorzurufen, also Erscheinungen, wie sie gewöhnlich bei verdunkelten oder geringen Lichtintensitäten ausgesetzten Keimlingen auftreten.

Es ist naheliegend, diese Wachstumsbeschleunigung der verletzten Keimlinge auf die durch die Verwundung hervorgerufene Reizung zurückzuführen. Dagegen spricht aber das Verhalten der Keimlinge, denen nur ein halber Kotyledo abgenommen worden war.

Diese Keimlinge, welche in derselben Weise wie die anderen Versuchspflanzen verwundet wurden und bei denen die Wundfläche sogar größer war als bei den Keimlingen, denen ein ganzer Kotyledo entfernt worden war, wiesen nur eine geringe Anzahl von längsten Pflanzen auf, während die Keimlinge mit einem und die mit einem halben Kotyledo prozentuell die gleiche Anzahl von längsten Individuen lieferten.

Außerdem erwähnt Fr. Haberlandt,[1] daß das Anschneiden von Getreidekörnern vor der Aussaat in manchen Fällen wohl eine größere Aufnahme von Wasser zur Folge hatte, daß aber durch einen Anschnitt, insbesondere aber durch Entfernung eines Teiles des Endosperms stärkeres Auflaufen und schnelleres Wachstum bei den verletzten Keimlingen erzielt wurde.

Ferner ist zu beachten, daß sich die Wirkung der Verwundung sowohl bei *Phaseolus vulgaris* als auch bei den verschiedenen Getreidearten nicht am verletzten, die Reservestoffe an den Keimling abgebenden Organe, sondern an einem anderen Organ zeigte. Es sei hier auch noch auf das auf p. 1377, 1389 und 1397 Gesagte hingewiesen.

[1] Fr. Haberlandt, Über den Einfluß der teilweisen Entfernung der Samenschale oder des Endosperms auf die Wasseraufnahme und das Keimen der Samen, Fühling's Landwirtschaftliche Zeitung, 1875, p. 14; Biedermann's Zentralblatt, 8. Bd., 1875, p. 24.

Es scheint also, daß hauptsächlich die Quantität der Reservestoffe, welche den Keimlingen zur Zeit des Versuchsbeginnes zur Verfügung stand, nicht nur für das Endresultat, sondern auch für die Streckung der Achsenteile maßgebend war.

Die Zusammenstellung auf p. 1390—1395 und die Bemerkungen auf p. 1397 zeigen, daß der Verbrauch der Kotyledonen um so schneller erfolgte, je weniger Reservestoffe den Keimlingen belassen wurden. Es mußten daher Stengelteile von Keimpflanzen bei geringem Vorrat an Reservenahrung in einem gewissen Entwicklungsstadium länger sein als gleichalterige Stengelteile der normalen Keimlinge. Natürlich blieben erstere später infolge der mangelhaften ursprünglichen Ernährung und der dadurch bedingten Schwächung im Wachstum gegen letztere zurück und verzwergten.

Der Zusammenhang zwischen Wachstumsbeschleunigung der Stengelteile in der ersten Zeit der Entwicklung der Keimlinge und geringer Reservestoffzufuhr geht auch daraus hervor, daß diese Erscheinung nur bei Pflanzenteilen eintrat, welche zur Ausbildung gelangten, so lange noch Reservenährstoffe vorhanden waren.

Wurde von den drei den Keimlingen zur Disposition stehenden Nährstoffquellen die eine derselben, und zwar die Reservestoffquelle in ihrer Ergiebigkeit herabgesetzt, so hatte dies im Anfang eine Wachstumsbeschleunigung der Achsenteile, verbunden mit einem Dünnerwerden des Stengels und einer Verkleinerung der Blattspreite, später Verzwergung der ganzen Pflanze zur Folge.

Auf die Beziehungen der besprochenen Erscheinungen zur Frage über die Entstehung des Etiolements soll hier nicht näher eingegangen werden; dies soll bei einer anderen Gelegenheit geschehen. Es soll dann auch das Wachstum der der Kotyledonen gänzlich beraubten Keimlinge ausführlich untersucht werden. Für die im vorstehenden behandelten Fragen kam das Verhalten dieser Versuchspflanzen weniger in Betracht.

Zusammenfassung.

1. Wurden Keimlingen von *Phaseolus vulgaris*, deren Hypokotyle 1·2 bis 2·1 *cm* lang waren, die Kotyledonen zum Teil oder gänzlich abgeschnitten, so hatte dies zur Folge, daß die so behandelten Keimlinge verzwergten. Es ist dies übereinstimmend mit den von Sachs, van Tieghem und Marek für andere Pflanzen gemachten Beobachtungen. Die in Hochquellwasser kultivierten Pflanzen waren um so kleiner, je weniger Reservestoffe den Keimlingen belassen wurden.

2. Am zweiten Tage nach der Versuchsaufstellung waren die Keimlinge mit 2 Kotyledonen länger als die mit $1^1/_2$, 1 oder $^1/_2$ Kotyledo, doch bereits am nächsten Tage wurden sie von diesen überholt.

Nach dem fünften Tage waren es aber wieder die normalen Keimlinge, welche die längsten Pflanzen lieferten.

Die Keimlinge mit verletzten Kotyledonen blieben ihnen gegenüber nicht nur um so mehr, sondern auch um so früher zurück, je weniger Reservesubstanz ihnen zu Gebote gestanden war.

In den ersten Tagen der Entwicklung waren also, abgesehen von den Keimlingen ohne Kotyledonen, welche nur ein kümmerliches Wachstum zeigten, die Keimlinge mit verletzten Keimblättern länger als die normalen.

Am deutlichsten zeigte sich dies an den Hypokotylen. Am vierten und fünften Versuchstage hatten die Keimlinge, welchen nur ein Kotyledo belassen wurde, die längsten hypokotylen Glieder; ihnen folgten die Keimlinge mit nur einem halben Kotyledo. Zwischen ihnen und den Kontrollkeimlingen standen diejenigen, denen $1^1/_2$ Keimblätter zur Verfügung standen.

Bei den Epikotylen war in den ersten Versuchstagen nur eine schwache Begünstigung des Längenwachstums der Keimlinge mit einem Kotyledo, den anderen Versuchspflanzen gegenüber zu beobachten.

Addiert man die Länge der Epikotyle zu der der Hypokotyle, so wird dadurch eine Änderung gegenüber den für die Hypokotyle festgestellten Ergebnissen erzielt. Es zeigt sich, daß am vierten und fünften Versuchstage zuerst die Keimlinge mit

einem halben Kotyledo, dann die mit einem Kotyledo die gleiche Anzahl von längsten Individuen lieferten.

Die Internodien zeigten diese Erscheinung nicht. Ihre Länge und die Anzahl der entwickelten Internodien entsprach der Reservestoffmenge, welche die Keimlinge ursprünglich zur Verfügung hatten.

3. Diesem ursprünglichen Reservestoffvorrat entsprach auch die Schnelligkeit, mit der die Kotyledonen aufgebraucht wurden. Je mehr von den Keimblättern weggenommen worden war, desto schneller wurde der übriggebliebene Rest aufgebraucht.

4. Nur diejenigen Achsenteile (hypokotyle und epikotyle Glieder), welche zur Entwicklung gelangten, so lange die Kotyledonen noch nicht aufgebraucht waren, zeigten die oben erwähnte Wachstumsbeschleunigung gegenüber den Normalkeimlingen.

5. Je weniger Reservesubstanz die Keimlinge zur Zeit des Versuchsbeginnes hatten, desto dünner waren ihre Stengelglieder und desto kleiner die Spreiten der Blätter, so daß die stark in die Länge gestreckten Keimlinge (insbesondere die mit einem oder einem halben Keimblatt) den Eindruck von etiolierten Pflanzen erweckten.

6. Während nach den Befunden von Sachs, Amelung, Jost und Dubbels verdunkelte Pflanzenteile durch kräftige Ernährung von Seite der nicht verdunkelten Organe der Pflanze zur normalen Ausbildung gelangen können, kann umgekehrt durch Verringerung der Reservestoffzufuhr im Lichte bei Keimlingen von *Phaseolus vulgaris* Verlängerung und Schmächtigwerden der Stengelteile und Verkleinerung der Blattlamina erzielt werden.

7. Die Wachstumsbeschleunigung der Stengelteile der Keimlinge mit verletzten Kotyledonen ist nicht auf Wundreiz zurückzuführen; aus den mitgeteilten Untersuchungen geht ihre Abhängigkeit von der durch Herabsetzung der Ergiebigkeit der Reservenährstoffquelle hervorgerufenen Ernährungsstörung hervor.

Biologische Versuchsanstalt in Wien, im Juli 1907.

245

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVI. BAND. VIII. HEFT.

JAHRGANG 1907. — OKTOBER.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 1 KARTE, 3 TAFELN UND 4 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1907.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER.

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT

des 8. Heftes, Oktober 1907, des CXVI. Bandes, Abteilung I, der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Seite

Beck v. Mannagetta und Lerchenau G., Vegetationsstudien in den Ostalpen. I. Die Verbreitung der mediterranen, illyrischen und mitteleuropäisch-alpinen Flora im Isonzo-Tale. (Mit 1 Karte.) [Preis: 3 K — 3 Mk] 1439

Steindachner Fr., Herpetologische Notizen (III). (Mit 1 Tafel.) [Preis: 50 h — 50 pf] 1535

Wagner R., Beiträge zur Kenntnis einiger *Amorpha*-Arten. (Mit 4 Textfiguren.) [Preis: 80 h — 80 pf] 1541

Suess Ed., Über Einzelheiten in der Beschaffenheit einiger Himmelskörper. [Preis: 30 h — 30 pf] 1555

Eisler E., Das extraflorale Nektarium und die Papillen der Blattunterseite bei *Diospyros discolor* Willd. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 1 K 20 h — 1 M 20 pf] 1563

Preis des ganzen Heftes: 4 K 20 h — 4 M 20 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVI. BAND. VIII. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Vegetationsstudien in den Ostalpen.

Durchgeführt mit Unterstützung der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien und der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.

I.

Die Verbreitung der mediterranen, illyrischen und mitteleuropäisch-alpinen Flora im Isonzo-Tale

von

Günther Ritter Beck v. Mannagetta und Lerchenau,

k. M. k. Akad.

(Mit 1 Karte.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Oktober 1907.)

Einleitung.

Mächtig und geschlossen flutet die illyrische Flora, welche auch in unserem Gebiete als Karstflora bezeichnet werden kann, noch gegenwärtig von Südosten aus im Flußgebiete der Save und des Isonzos gegen den Alpenzug. Die geschlossenen Formationen dieser Flora[1] brechen und zerstückeln sich an den hochaufgetürmten Julischen Alpen, insbesondere am Triglav-Stocke, ebenso wie am geschlossenen Zuge der Karawanken und der Steiner Alpen und gewöhnlich nur einzelne, aber charakteristische Vertreter derselben greifen noch in den Tälern der aus den Alpen strömenden Flüsse tiefer ins Gebirgsland ein.

Wenngleich dies auch durchaus keine neue Tatsache ist, so hat man ihr doch nicht die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt, die derselben aus vielen entwicklungsgeschichtlichen Gründen zukommt, weil man zumeist die Bedeutung

[1] Vergl. G. v. Beck, Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder, 1901 (IV. Band von Engler und Drude, Die Vegetation der Erde).

der illyrischen Flora als selbständiges Element in der Vegetation Österreichs und der nordwestlichen Balkanländer unterschätzte. Es ist dies um so auffälliger, als die Physiognomie des Landschaftsbildes am Südhange der Ostalpen gerade infolge des Auftretens der Pflanzenformen und Pflanzenformationen der illyrischen und mediterranen Flora besonders auffällig wird,[1] und eine neue Flora dem von Norden kommenden Botaniker mit so vielen interessanten Arten entgegentritt.[2]

Nur für die Görzer Umgebung liegen schöne Untersuchungen über diese Flora vor, sonstens aber fehlt es, abgesehen von vereinzelten und verstreuten Aufzeichnungen und von Schilderungen einiger botanischer Ausflüge, an eingehenden Studien sowohl über das Vorkommen, die Verbreitung und die Lebensbedingungen der illyrischen Flora als auch an einer Zusammenfassung der Entwicklungsgeschichte der in den südöstlichen Alpen Österreichs ansässigen Vegetation, deren Komponenten — die Alpen-, illyrische und mediterrane Flora — in ihrem derzeitigen Ineinandergreifen nicht nur besonderes pflanzengeographisches Interesse verdienen, sondern auch bedeutsame Aufklärungen über die Entwicklungsgeschichte der gesamten Vegetation in den Ostalpen zulassen, wie ich dies schon in einem am II. internationalen botanischen Kongreß in Wien im Jahre 1905 gehaltenen Vortrage[3] auf Grund meiner Studien kurz berühren konnte.

Leider ist auch die floristische Literatur für die in Betracht kommenden, den Kronländern Krain sowie Görz und Gradiska

---

[1] Grisebach schreibt in seinem Werke: »Die Veget. der Erde«, I, 256 (1872): »An der Küste Illyriens reicht die Mediterranflora....bis in die Gegend von Görz, so daß vielleicht nirgends in den Alpen die Physiognomie des Südens malerischer und bedeutender entgegentritt als bei dem Übergange von den waldigen Gebirgen des wasserreichen Isonzo zum Litoral des Adriatischen Meeres.«

[2] So schreibt z. B. Bartling in Bartling-Wendland's Beiträgen zur Botanik, II (1825), 40: »Das Tal des Isonzo von Flitsch bis Monfalcone gehört zu den prachtvollsten, aber auch zu den besonders in naturgeschichtlicher Hinsicht am wenigsten bekanntesten.«

[3] G. v. Beck, Über die Bedeutung der Karstflora in der Entwicklung der Flora der Ostalpen, in Result. scient. du congrès internat. de botanique, Wien, 1905.

zufallenden Gebiete unzureichend. Marchesetti's »Flora di Trieste« (Triest, 1896—1897) behandelt nur die Flora des österreichischen Littorales und der Triester Umgebung. Pospichal's Flora des österreichischen Küstenlandes (Wien, 1897 bis 1899) erweitert zwar auf Grund eigener Beobachtungen die floristische Behandlung der genannten Küstenländer durch den Einschluß des Coglio, des Trnovaner und Birnbaumer Waldes, läßt jedoch das Isonzo-Tal ober Tolmein außer acht, wonach für dieses Tal und seine Gehänge bloß die Exkursionsberichte Tommasini's und weniger anderer, sowie die italienischen Florenwerke über Friaul[1] teilweise Verwendung finden können.

Nur die Vegetation der Umgebung von Görz hat vornehmlich durch Krašan[2] nebst mehrfachen Studien auch eine nach vielfacher Beziehung mustergültige pflanzengeographische Bearbeitung erfahren.

Gerade diejenigen Gegenden, in welchen die illyrische Flora mit der Alpenflora zusammentrifft und beide ihre Grenzen ineinanderschieben, sind floristisch nicht oder nur zum Teil behandelt worden. Für die Karnischen Alpen und für die Karawanken kann Pacher und Jabornegg's Flora von Kärnten[3] samt Nachträgen noch einigen Nutzen stiften, für Krain aber, das so frühzeitig in Scopoli's Flora carniolica[4] eine Landesflora erhielt, beginnen erst die Beiträge Paulin's[5] in wertvollen Einzeldarstellungen die Verbreitung der in diesem Lande vorkommenden Arten zu sammeln, aber noch immer steht eine brauchbare, neuere, zusammenfassende Flora dieses Kronlandes aus, so daß auf die zahlreichen wertvollen, aber sehr

---

[1] Pirona, Florae forojuliensis syllabus, Utini, 1855. — L. e M. Gortani, Flora Friulana, I—II, Udine, 1905—1906. (In diese pflanzengeographisch verdienstvolle Arbeit wird nur das untere Isonzo-Tal von Görz an einbezogen.)

[2] Krašan, Vergleichende Übersicht der Vegetationsverhältnisse der Grafschaften Görz und Gradiska in Öst. bot. Zeitschr., XXX (1880), 175 ff. und andere Arbeiten desselben Verfassers.

[3] Pacher und Jabornegg, Flora von Kärnten und Nachträge in Jahrb. naturhist. Landesmus. von Kärnten, Klagenfurt, 1880—1894.

[4] Scopoli, Flora carniolica, ed. II, Vindob., 1772.

[5] Paulin, Beiträge zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse Krains, 1—3, Laibach, 1901—1904.

zerstreuten und schwierig zugänglichen Mitteilungen von Deschmann, Krašan, Dolliner u. a.[1] zurückgegriffen werden muß.

Unter solchen Umständen konnten nur eigene Forschungen die Klarlegung der Vegetationsverhältnisse rund um die Julischen Alpen und in den Tälern derselben einigermaßen teils anbahnen, teils weiterführen, welche denn auch dank der Unterstützung einer hohen kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien und der verehrlichen Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen, für die der Verfasser besten Dank schuldet, auf mehreren Reisen durchgeführt wurden.

I. Die Verbreitung der mediterranen, illyrischen und mitteleuropäisch-alpinen Flora im Isonzo-Tale.

Allgemeines.

Die Stadt Görz und ihre Umgebung ist in pflanzengeographischer Beziehung wohl der interessanteste Punkt am Fuße der südlichen Kalkalpen Österreichs, der dank der eingehenden und gewissenhaften Studien über die Vegetation des Görzer Beckens, welche Krašan in den Jahren 1863 bis 1883 veröffentlichte,[2] so gut bekannt geworden ist, daß weitere Studien nur wenig Neues hinzuzufügen vermögen.

Wir wissen aus denselben, daß noch eine größere Anzahl mediterraner Gewächse von den Gestaden der Adria bis zu den Abhängen der Alpen nördlich von Görz vordringt und daselbst das Ende ihrer Verbreitung gegen Norden findet, daß

---

[1] Vergl. G. v. Beck, Die Entwicklung der Pflanzengeographie in Österreich, in Botanik und Zoologie in Österreich in den Jahren 1850 bis 1900, p. 137.

[2] F. Krašan, Beiträge zur Flora der Umgebung von Görz, in Öst. bot. Zeitschr., XIII (1863), 345; XV (1865), 100; Studien über die periodischen Lebenserschein. der Pflanzen im Anschlusse an die Flora von Görz, in Abh. zool. bot. Ges. (1870), 265; Vergleichende Übersicht der Vegetationsverhältnisse der Grafschaft Görz und Gradiska, in Öst. bot. Zeitschr., XXX (1880), 175 u. a.

die illyrische oder Karstflora mit allen ihren typischen Formationen, freilich auch vielfach in Mischung mit mitteleuropäischen Elementen vorherrscht, daß sie jedoch in höheren Lagen, und zwar schon auf den Höhen des Trnowaner Waldes und des am rechten Isonzo-Ufer verlaufenden Gebirgszuges, welcher mit dem Monte Valentino unmittelbar vor der Görzer Ebene abschließt, mit einer dritten Flora, nämlich der mitteleuropäisch-alpinen, in vielfache Mengung tritt und bei weiterer Bodenerhöhung von dieser völlig abgelöst wird.

Dieser Wechsel der Gewächse des warmen Südens bis zu jenen der eisigen Höhen der Alpen vollzieht sich unmittelbar an den steilen Gehängen um Görz und hat bei dem durch die topographischen Verhältnisse bedingten Ineinandergreifen verschiedener klimatischer Verhältnisse eigenartige Vermengungen der betreffenden Florenelemente im Gefolge, unter denen besonders das Zusammenstoßen der Vertreter der mediterranen Flora mit jenen der südalpinen zu den merkwürdigsten Erscheinungen in der Vegetation der südlichen Ostalpen gehören.

Den Ausstrahlungen der mediterranen Flora seien daher in erster Linie die nachfolgenden Erläuterungen gewidmet, wonach das Verhalten der illyrischen Flora im Isonzo-Tale, endlich die Vegetationslinien der mitteleuropäisch-alpinen Gewächse, insbesondere ihre unteren Höhengrenzen einer näheren Betrachtung unterzogen werden sollen.

A. Die mediterrane Flora.

Am leichtesten sind in der Görzer Umgebung wohl die Pflanzen der mediterranen Flora zu verfolgen, wenngleich sie auch um Görz nicht mehr wie an der adriatischen Küste im Golfe von Triest in geschlossenen Formationen auftreten, sondern in ihrem Vorkommen stark zersplittert sind.

Nach Pospichal[1] greift die mediterrane Flora nicht nördlich über das Dragogna-Tal der istrischen Halbinsel hinaus, schließt also den Golf von Triest aus ihrem Gebiete aus. Für

[1] Pospichal, Flora des österr. Küstenl., I, p. XL.

denselben Autor ist selbst die Flora südlich des Dragogna-Tales noch nicht der Typus der mediterranen Flora, was die Bezeichnung derselben als »submediterrane« erkennen läßt.

Ich kann mich dieser Ansicht Pospichal's nicht anschließen und glaube auch dessen Behauptung negieren zu dürfen, daß charakteristische Pflanzen einer Flora, »selbst wenn sie gesellschaftlich und in vollkräftiger Ausprägung ihrer Eigenart auftreten, keine Pflanzenzone bestimmen können«,[1] da ja die mediterrane Flora noch andere eigentümliche Pflanzenformationen als die in dem Triestiner Litorale fehlende Macchie in sich schließt und doch eine sehr beträchtliche Anzahl nachfolgend aufgezählter Gewächse bis in die Gegend von Görz gesellig vorschiebt. Indem ich auf die Gründe, welche ich bei der Absteckung der mediterranen Flora in den illyrischen Ländern hervorgehoben habe,[2] verweise, gliedert sich meiner Ansicht nach auch das mit mediterranen Elementen besetzte Gebiet entlang Istrien, dem Triester Litorale bis Görz äquivalent der liburnischen Region der istrisch-dalmatinischen Zone[3] an und ist, wenngleich Mischungen mit nachbarlichen Floren vorhanden sind, sicher besser der mediterranen Flora, wenn auch als eine Übergangsregion, zuzuschlagen als dem illyrischen Florengebiete, das Pospichal in nicht glücklicher Wahl des Namens als »neutrale« Flora bezeichnete.

Dadurch nähert sich diese Auffassung von der äußersten nördlichen Begrenzung der mediterranen Flora im Isonzo-Tale jener anderer Forscher,[4] welche das betreffende Gebiet einfach der mediterranen Flora zugeschlagen haben. »Hier, am Fuße der Karnischen Alpen«, — schreibt Grisebach — »liegt über-

---

[1] Pospichal, a. a. O., p. XL.

[2] G. v. Beck, Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder, p. 72, 76, 77, 419.

[3] Vergl. auch auf der Florenkarte von Illyrien in Beck, Veget. illyr. Länder, welche den östlichen Teil Istriens mit inbegreift, die Region I *c.*

[4] Grisebach, Die Vegetation der Erde, I, 256. — A. Kerner in Österr.-ung. Monarchie, Übersichtsband, 188, und Florenkarte von Österr.-Ung. in Physik. stat. Atlas von Österr.-Ung., Nr. 14. — Drude, Florenkarte von Europa in Bergh., Physik. Atlas, Abt. V, Nr. 47. — Ginzberger, Florenkarte von Österr.-Ung. in Wissen für Alle, II (1902), 400, und Exkurs. in die illyr. Länder (Führer zu den wiss. Exkurs. des II. intern. bot. Kongr. Wien, 1905), 24.

haupt der nördlichste Punkt, den die Mediterranflora irgendwo erreicht.« Unsere Auffassung wird wohl auch damit bekräftigt, daß die Zahl der typisch mediterranen Gewächse, welche in Görz und Gradiska beobachtet werden, nach Krašan[1] noch immer 222 erreicht, also nur um 63 weniger beträgt als im Triestiner Gebiete.[2]

Auch kann hiefür die Tatsache Bedeutung gewinnen, daß in Görz sehr viele wärmeliebende Gewächse im Freilande kultiviert werden und daselbst schutzlos überwintern, wie der Öl-, Granatapfel-, Lorbeerbaum, *Viburnum tinus* L., *Rhamnus alaternus* L., *Zizyphus sativa* Gärtn., *Cupressus sempervirens* L., *Jasminum officinale* L., *Nerium oleander* L. und andere, ja daß nach Krašan[3] selbst Zitronen- und Orangenbäume im Freien den Winter aushalten können, was wieder nur durch die im Windschutze gegen Norden begünstigten klimatischen Verhältnisse ermöglicht wird, da Görz bei 45° 56′ n. Br. und 88 *m* Seehöhe eine mittlere Jahrestemperatur der Luft von fast 13° C. und eine mittlere Lufttemperatur des Winters mit 3·5° C. aufweist, sich also klimatisch viel günstiger stellt als die weit südlicher gelegene Po-Ebene.

Hingegen kann leider diese Begrenzung der mediterranen Flora mit jener der Brüder Gortani[4] nicht in Einklang gebracht werden, denn während Pospichal die Ausdehnung des mediterranen Gebietes einengte und für unser Gebiet ausschloß, ziehen diese Forscher in ihrer verdienstvollen Zusammenstellung der pflanzengeographischen Verhältnisse Friauls auch den Triester Karst in das Gebiet der mediterranen Flora ein und sind dadurch genötigt, viele nach meiner Ansicht illyrische Typen als mediterran zu bezeichnen, während sie wieder andere weiter verbreitete Arten als nicht zu dieser Flora gehörig betrachten. Da sich auch Adamović[5] auf diesen Standpunkt stellt und insbesondere in seiner letzten Arbeit über »die

---

[1] Krašan in Öst. bot. Zeit., XXX (1880), 357.

[2] Marchesetti, Flora di Trieste, p. XL.

[3] Krašan in Abh. zool.-bot. Ges. (1870), 270.

[4] L. e M. Gortani, Flora Friulana, I (1905), 20.

[5] Adamović, Die mediterranen Elemente der serbischen Flora, in Engl., Jahrbüch., XXVII (1899), 351.

pflanzengeographische Stellung und Gliederung der Balkanhalbinsel«[1] in heftigster Weise meinen Anschauungen über die Begrenzung des mediterranen Gebietes entgegentritt, will ich meine gegenteiligen Ansichten nicht hier, sondern in einer eigenen Abhandlung näher begründen. Das aber scheint mir schon jetzt sicher, daß eine derartige Erweiterung des mediterranen Florengebietes schon ob der Ausbreitung der typischen Formationen der Karstflora über den größten Teil von Krain bis Steiermark und Niederösterreich nach der Entwicklungsgeschichte der illyrischen Flora wohl als zu weitgehend anzusehen ist.

Um die Verbreitung der mediterranen Gewächse um Görz verfolgen zu können, seien gleich die wichtigsten und auffälligsten des oberen Görzer Beckens namhaft gemacht. Es sind:

Adiantum capillus Veneris L. (an den Isonzo-Ufern aufwärts bis Peuma)
Ceterach officinarum Willd.
Andropogon gryllus L.
Lasiagrostis calamagrostis Lk. (illyrisch-mediterran).
Phleum paniculatum Huds. (= *Ph. asperum* Jacqu.)
Scleropoa rigida Guss.
Cyperus serotinus Rottb. (= *C. Monti* L.)
Fimbristylis annua R. Sch.
Arum italicum L.
Asphodelus albus L.
Scilla autumnalis L.
Asparagus acutifolius L.
Ruscus aculeatus L.
Gladiolus segetum Ker
Tamus communis L.
Serapias hirsuta Lap.
Loroglossum hircinum L. C. Rich.
Orchis papilionaceus L.
Ophrys apifera Huds.
Quercus ilex L.
Celtis australis L.
Ficus carica L. (verwildert)
Parictaria ramiflora Mch.
Osyris alba L.
Thesium divaricatum Jan
Rumex pulcher L.
Aethionema saxatile R. Br.
Iberis divaricata Tausch
Cheiranthus cheiri L. (verwildert)
Rubus ulmifolius Schott
Colutea arborescens L.

[1] In Denkschr. der math.-naturw. Klasse der kais. Akad. Wien, LXXX (1907), p. 3 ff.

Lathyrus sphaericus L.
Vicia bithynica L.
V. dasycarpa Ten.
Pistacia terebinthus L.
Althaea cannabina L.
Punica granatum L. (verwildernd)
Eryngium amethystinum L.
Bupleurum aristatum Bartl.
Oenanthe pimpinelloides L.
Vinca major L.
Borrago officinalis L.
Cynoglossum pictum Ait.
Vitex agnus castus L. (bei Oželjan)
Heliotropium europaeum L.
Stachys subcrenata Vis.
Teucrium flavum L.
Satureja nepeta Fritsch (= *Calamintha nepeta* Lk. Hfm.)
Scrophularia canina L.
Cymbalaria muralis Baumg.
Antirrhinum majus L.
Chaenorrhinum litorale Fritsch
Lonicera etrusca Santi
Galium purpureum L.
G. litigosum DC.
Campanula pyramidalis L.
C. rapunculus L.
Micropus erectus L.
Achillea odorata L.
Artemisia camphorata Vill. (illyrisch-mediterran)
Centaurea calcitrapa L.
C. diffusa Lam.
C. solstitialis L.
Carthamus lanatus L.
Carlina corymbosa L.
Echinops ritro L.
Santolina chamaecyparissus L. (nur oberhalb Peuma)
Carduus pycnocephalus Jacqu.

Die meisten der genannten Mediterranpflanzen finden im Isonzo-Tale aufwärts bis Solkan (Solcano) ihre nördlichsten Standorte. Letztere liegen entweder im warmen Talboden von Görz oder an den gegen Südwesten und Süden abstürzenden felsigen Gehängen des Monte Sabotina, zu welchem als vorspringende Kuppe seines Rückens der Monte Valentino gehört, ferner an den südlichen Abstürzen des Gebirgsstockes des Trnowaner Waldes, zwischen denen der Isonzo in engem Taldurchbruche das Alpenland verläßt.

Es war natürlich, daß diese äußersten Vorposten der mediterranen Flora innerhalb der an diesen Gehängen mehr minder geschlossenen illyrischen Flora schon lange die Aufmerksamkeit der Botaniker in Anspruch nahmen. Floristisch gut bekannt sind namentlich die Felsgehänge nächst der Liah-Quelle bei Ajšovica in der Schlucht zwischen dem Monte S. Gabriele

(646 *m*) und Monte S. Daniele (554 *m*), ferner die Gehänge des Monte Valentino (535 *m*) und Monte Sabotina (609 *m*), endlich die Sabotina, das schluchtartige Tal des Isonzo, welches, zwischen dem letztgenannten Berge und dem Monte Santo (682 *m*) gelegen, sich bei S. Mauro und Solkan in die Görzer Ebene öffnet.

Die pflanzengeographisch so interessante, auch von mir besuchte Umgebung der Liah-Quelle hat Krašan[1] näher bekannt gemacht und wiederholt auf dieselbe hingewiesen. Hier finden sich wohl an nördlichster Stelle nach Krašan und meinen Aufzeichnungen auf steilen Felswänden, Felsblöcken und auf steinigem Kalkboden

Quercus ilex L.,
Osyris alba L.,
Clematis viticella L.,
Iberis divaricata Tausch,
Pistacia terebinthus L.,
Teucrium flavum L.,
Chaenorrhinum litorale Fritsch,

sowie auch

Asparagus acutifolius L.,
Colutea arborescens L.,
Cymbalaria muralis Baumg.,
Scrophularia canina L.,
Campanula pyramidalis L.,
Artemisia camphorata Vill.,

neben üppig gedeihenden verwilderten Feigenbäumen und Weinreben, etwa in einer Seehöhe von 100 bis 200 *m*.

Das Vorkommen dieser mediterranen Arten unter den viel zahlreicheren, warme Lagen liebenden illyrischen Gewächsen, die sich an dieser Stelle im Karstbuschwalde zusammenschließen, erklärt sich nach Krašan teilweise durch die günstige, nach Süden gerichtete Lage der Örtlichkeit, aber auch durch die Erscheinung, daß hier die kalte Bora einer Riesenkaskade gleich vorüber- und herabbraust, ohne die steilen Wände zu berühren, welche somit das ganze Jahr den wärmenden Strahlen der Sonne ausgesetzt sind.

Etwas östlich von dieser Lokalität, aber gleichfalls am Südhange des Trnowaner Waldes gelegen, nämlich bei Oželjan (Osegljano), stehen *Parietaria ramiflora* Mch. und *Vitex agnus castus* L. an ihren vorgeschobensten Posten.

[1] Krašan in Öst. bot. Zeit. (1863), 386—387; (1880), 282 und in Abh. zool. bot. Ges. (1870), 269.

Keine andere Lokalität hat jedoch wegen ihres vielfältigen Pflanzenreichtums mehr Aufmerksamkeit seit jeher in Anspruch genommen[1] als der Monte Sabotina (609 *m*), ein in der Richtung von NW nach SE verlaufender Bergrücken, der mit dem von einer Kapellenruine gekrönten Monte Valentino (535 *m*) wohl 480 *m* über den Fluten des Isonzo abschließt.

Der von steinigen Felsheiden und Buschwerken der illyrischen Flora bedeckte SW- und S-Hang desselben böscht sich ziemlich steil gegen S. Mauro am rechten Ufer des Isonzo ab, der NE-Hang hingegen fällt vom Kamme des Monte Sabotina zuerst in Felswänden, dann in steilem Hange in die Talschlucht des Isonzo ab und ist zum größten Teile mit Laubwald bedeckt. Der Isonzo aber, welcher den Monte Valentino umschlingt, hat sein Flußbett tief in den Diluvialschotter des Görzer Talbeckens eingebohrt. An diesen Stellen treffen nun die mediterranen Pflanzen mit den alpinen innerhalb der illyrischen Flora zusammen.[2]

Ausgesprochene Pflanzenformationen der illyrischen Flora, steinige Wiesen und Heiden sowie dürftige Buschwerke als Reste des Karstwaldes bedecken den SW-Hang von der oberen Grenze der Kulturregion, die etwa bei 230 *m* Seehöhe liegt, bis zum Kamme.

Die Gehölze gehören der Formation des Karstwaldes[3] an, denn es finden sich unter denselben, und zwar die in Sperrdruck gehaltenen häufig:

Juniperus communis L.
Quercus lanuginosa Lam.
Ostrya carpinifolia Scop.
Amelanchier ovalis Med.
Sorbus aria L.
Cotoneaster tomentosa Lindl.
Crataegus monogyna Jacqu.
Rosa pimpinellifolia L.
R. canina L. (nach Solla)
Prunus mahaleb L.

---

[1] Vergl. Krašan in Öst. bot. Zeit. (1863), 388; (1880), 281; Abh. zool.-bot. Ges. (1870), 269; Mitteil. naturw. Ver. Steierm. (1896), 32; Solla in Öst. bot. Zeit. (1878), 301.

[2] Die folgenden Pflanzenlisten sind unter Benützung der zitierten Arbeiten von Krašan, Solla und Pospichal sowie nach eigenen Aufzeichnungen zusammengestellt. Sperrdruck gibt überall das häufige Vorkommen der betreffenden Pflanze an.

[3] Siehe Beck, Veget. illyr. Länder, 199.

Prunus spinosa L.
Colutea arborescens L.
Cytisus laburnum L.
Cotinus coggygria Scop.
Euonymus verrucosus L.
Staphylea pinnata L.
Acer monspessulanum L.
Rhamnus rupestris Scop.
Rhamnus saxatilis L.
Paliurus australis Gärtn.
Daphne alpina L.
Cornus sanguinea L.
Ligustrum vulgare L.
Lonicera xylosteum L.
Viburnum lantana L.

mit verwilderten Weinreben und Efeu.

Auf dem kühleren N- und NE-Fuße des Berges verbinden sich diese Gehölze zu einer niedrigen, aber geschlossenen Karstwaldung, die jetzt die neue Bahnlinie durchfährt.

An den felsigen und grasigen Stellen des SW-Hanges des Monte Sabotina erscheint zwischen dem Buschwerk die reiche Flora der Karstheide[1] wohl entwickelt, mengt sich jedoch vielfach mit den Vertretern des Karstwaldes. Man kann daselbst beobachten (Sperrdruck gibt die Häufigkeit an):

Andropogon ischaemum L.
Diplachne serotina Lk.
Sesleria autumnalis Schltz.
S. tenuifolia Schrad.
Bromus erectus L. var.
Carex Michelii Host
Anthericum ramosum L.
Allium carinatum L.
A. montanum Schm. (nach Solla)
Silene venosa Aschers.
Clematis recta L.
Pulsatilla montana Rchb.
Thalictrum majus Crantz
Thlaspi praecox Wlf.
Sedum telephium L.
Potentilla Tommasiniana F. Schltz.
Potentilla australis Kraš.
Genista sericea Wlf.
G. diffusa Willd.
Cytisus argenteus L.
Medicago prostrata Jacqu.
Trifolium alpestre L.
Dorycnium suffucticosum Vill.
Coronilla vaginalis Lam.
C. coronata L.
Hippocrepis comosa L.
Geranium sanguineum L.
Linum tenuifolium L.
L. narbonense L.
Ruta divaricata Ten.
Dictamnus albus L.
Polygala carniolica Kern.
Euphorbia cyparissias L.
Eu. epithymoides L.

[1] Vergl. Beck, Veget. der illyr. Länder, p. 248.

Althaea cannabina L.
Fumana procumbens G. G.
Seselinia elata G. Beck
Trinia glauca Rchb. (nach Solla)
Pimpinella saxifraga L.
Vincetoxicum hirundinaria Med. var.
Convolvulus cantabricus L.
Cuscuta epithymum Murr.
Ajuga chamaepitys Schreb. var.
Teucrium chamaedrys L.
T. montanum L.
Melittis melissophyllum L.
Stachys recta L.
St. officinalis Trev.
Satureia montana L.
S. rupestris Wlf.
Veronica spicata L.
Odontites lutea Rchb.
Globularia Willkommii Nym.
Asperula cynanchica L.
Galium lucidum All. var.
Scabiosa gramuntia L.
Campanula glomerata L.
C. rapunculoides L.
C. trachelium L.
C. rotundifolia L.
Eupatorium cannabinum L.
Aster amellus L.
Inula hirta L.
I. ensifolia L.
I. spiraeifolia L.
Achillea distans Kit.
Jurinea mollis Rchb.
Senecio jacobaea L.
Centaurea axillaris W.
C. rupestris L.
C. pannonica Heuff.
Lactuca perennis L.
Scorzonera austriaca W.

In diese Masse illyrischer und mitteleuropäischer Gewächse, die sich, wie bereits erwähnt, zu Formationen der Karstflora zusammenschließen, sind alle am Monte Sabotina vorkommenden mediterranen Pflanzen mehr minder reichlich eingestreut, und zwar finden sich vor:[1]

Ceterach officinarum W.
Andropogon gryllus L. (oft mannshoch)
Asphodelus albus L.
Asparagus acutifolius L.
Ruscus aculeatus L.
Quercus ilex L. (nach Krašan)
Ficus carica L. (verwildert bis 280 *m* Seehöhe)
Osyris alba L.
Thesium divaricatum Jan
Iberis divaricata Tausch
Pistacia terebinthus L.
Eryngium amethystinum L.

[1] Vergl. auch Krašan in Mitteil. naturw. Ver. Steierm. (1896), 32.

Bupleurum aristatum Bartl.
Stachys subcrenata Vis. [var. *nitens* A. Kern. in Öst. bot. Zeit. (1870), 269 nomen sol. pro spec.]
Scrophularia canina L.
Galium purpureum L.
Campanula pyramidalis L.
Artemisia camphorata Vill. var.
Micropus erectus L.
Carlina corymbosa L. (nach Solla)
Echinops ritro L.

Sämtliche Standorte derselben reichen jedoch nur bis zum Kamme des Bergrückens, sind also auf den Südwesthang beschränkt und teilen denselben niemals mit einer alpinen oder voralpinen Pflanze.

Am NE-Hange des Monte Sabotina ändert sich die Flora plötzlich. Eine frische und üppige Vegetation, reichlicher begraste, auch noch im Sommer grüne Fluren begrüßen uns. Nicht nur weiter verbreitete Alpenpflanzen überraschen uns im besten Gedeihen, sondern auch viele endemische Gewächse der Südalpen, vereint mit neuen, kühlere Standorte liebenden Karstpflanzen, haben sich reichlich angesiedelt.

Wir bemerken unter letzteren:

Lasiogrostis calamagrostis Lk. (illyrisch-mediterran)
Stipa pennata L.
Sesleria tenuifolia Schrad.
Lilium carniolicum Bernh.
Iris graminea L.
Iris illyrica Tomm.
Spiraea ulmifolia Scop.
Astragalus vesicarius L.
Polygala carniolica Kern.
Primula Columnae Ten.

und eine überraschend große Anzahl von Alpenpflanzen, wie:

Scolopendrium vulgare Sm.
Selaginella helvetica Lk.
Calamagrostis varia Host
Phleum Michelii Trin.
Sesleria coerulea Ard.
Carex ornithopoda W.
Luzula angustifolia Garcke
Veratrum album L.
Tofieldia calyculata Wahl.
Orchis globosus L.
O. speciosus Host
Gymnadenia albida Rich.
G. odoratissima A. Rich.
Salix grandifolia Ser.
Polygonum bistorta L.
Silene saxifraga L.

Dianthus inodorus Gärtn.
D. monspessulanus L.
Aconitum rostratum Bernh.
A. napellus L. (nach Krašan)
A. vulparia Rchb.
Erysimum cheiranthus Pers.
Biscutella laevigata L.
Saxifraga incrustata Vest
S. petraea L.
S. cuneifolia L.
Rubus saxatilis L.
Medicago Pironae Vis. (nach Krašan)
Cytisus alpinus L.
Peucedanum Schottii Bess. (nach Solla)
Athamanta rupestris Rchb.
Molopospermum peloponnesiacum Koch
Erica carnea L.
Primula auricula L.
Gentiana cruciata L.
Stachys (Betonica) alopecurus Benth.
Veronica latifolia L.
V. lutea Wettst.
Campanula thyrsoidea L.
C. Scheuchzeri Vill. (nach Pospichal)
C. pusilla Haenke
Phyteuma Scheuchzeri All. var.
Valeriana saxatilis L. (nach Krašan)
Asperula aristata L. fil.
Aster bellidiastrum Scop.
Buphthalmum salicifolium L.
Doronicum austriacum Jacqu.
Achillea tanacetifolia All. (nach Krašan)
Senecio crispatus DC.
Cirsium eriophorum Scop.
Crepis incarnata Tausch
Leontodon incanus Schrank
Hieracium porrifolium L.
H. bupleuroides Gmel.
H. glaucum All.
H. illyricum Fries
H. leiocephalum Bartl.
H. villosum L.
H. incisum Hoppe
Hieracium elongatum W.[1]

ferner die illyrische Gebirgspflanze *Globularia cordifolia* L.

Zu diesen Pflanzen gesellt sich ferner eine Reihe mitteleuropäischer Mesophyten, wie:

Asplenium ruta muraria L.
Allium ursinum L.
Cephalanthera longifolia Fritsch
Dentaria bulbifera L.
Cytisus nigricans L.
Vicia cassubica L.
Ilex aquifolium L.

[1] Engler gibt in seinem Werke: Die Pflanzenform. und die pflanzengeogr. Gliederung der Alpenkette, p. 80, auch an, daß nach Pospichal *Hieracium alpinum* L. am Valentino bei 600 *m* wachse, was sicherlich irrig ist, da Pospichal in seiner Flora öst. Küstenl. kein *H. alpinum* für Istrien kennt.

Euonymus europaeus L.	*Gentiana cruciata* L.
E. verrucosus L.	*Campanula rotundifolia* L. (nach Krašan)
Daphne mezereum L.	*Carpesium cernuum* L.
D. laureola L. (selten)	

und einige schattenliebende Karstpflanzen, als:

Oryzopsis virescens G. Beck	*Lathyrus variegatus* Gren. Godr.
Asparagus tenuifolius Lam.	*Hacquetia epipactis* DC.
Allium ochroleucum W. K.	*Galium aristatum* L.
Iris graminea L.	

Es vereinigt sich demnach auf dem gegen den Isonzo abstürzenden Hange des Monte Sabotina ein seltener Reichtum von Pflanzen verschiedener Floren. Da somit nur am S-, SW- und SE-Hange, also auf den sonnseitigen Gehängen bis zum Kamme des Berges, eine Einmengung mediterraner Pflanzen in die Formationen der illyrischen Flora statthat, während die alpinen und voralpinen Elemente nur an den schattigen Lehnen des Berges in die gleichen, doch artenreicheren Formationen eingemischt sind, findet keine Vermengung mediterraner und alpiner Typen statt, sondern der Gipfelkamm bildet eine scharfe Demarkationslinie zwischen den Standorten beider.

Daß diese Vegetationslinie nur durch die Exposition des Gehänges und die damit verbundenen klimatischen Verschiedenheiten, ferner durch die größere Luftfeuchtigkeit in der Isonzo-Schlucht bedingt wird, ist unzweifelhaft. Die klimatische Differenz der beiden Bergseiten kann zwar ob des Mangels an Beobachtungen wohl nicht genau eruiert werden, doch dürfte man nicht fehlgehen, wenn man, da die geognostische Unterlage derselben die gleiche ist, die Gegensätze im Vegetationskleide auf Rechnung der sicher auf der NE-Seite um 3 bis 4° verringerten mittleren Jahrestemperatur der Luft setzt. Auch die stärkere Besonnung und Trockenheit des SW- und S-Hanges läßt sich an der im Hochsommer fast verdorrten Vegetation im Gegensatze zu dem frischgrünen Pflanzenwuchs an der NE-Seite des Berges leicht entnehmen.

Aber auch noch an einer zweiten Stelle treffen die genannten Florenelemente in ähnlicher Weise zusammen.

Krašan[1] erwähnt, daß an den niedrigen Bergabhängen bei Solkan nebst der mediterranen *Iberis divaricata* Tausch auch die den höheren Karst bewohnende *Daphne alpina* L. neben den beiden Hochgebirgspflanzen *Saxifraga incrustata* Vest und *Primula auricula* L. vorkomme, ferner daß auf steinigen Triften und Felsen daselbst neben der mediterranen *Campanula pyramidalis* L. sowohl die illyrischen Arten: *Gentiana tergestina* G. Beck (*G. aestiva* Aut.), *G. utriculosa* L., *Seselinia elata* G. Beck (*Seseli Gouani* Koch), *Rhamnus rupestris* Scop. als auch die südalpine *Athamanta rupestris* Rchb. gedeihen.

Ich habe die Felsgehänge am linken Ufer des Isonzo ober Solkan[2] ebenfalls näher untersucht und hier eine Mengung einer noch viel größeren Anzahl von verschiedenen Florenelementen vorgefunden, als Krašan angibt. Die von bebuschten Schluchten zerrissenen Kalkfelsen, welche aus dem dieselben gleichmäßig umflutenden Karstbuschwalde auftauchen, sind reichlich mit Moosen, Grasplätzen und dichten *Erica*-Polstern bedeckt, während sie wieder an anderer Stelle von Efeu übersponnen werden. Eine große Anzahl von alpinen Pflanzen hat sich an denselben unter der illyrischen Flora eingenistet; so sah ich:

Sesleria coerulea Ard.
Carex ornithopoda W.
Salix grandifolia Ser.
Biscutella laevigata L.
Saxifraga incrustata Vest (selten)
Rosa ferruginea Vill.
Athamanta rupestris Rchb.
Erica carnea L.
Primula auricula L. (selten)
Salvia glutinosa L.
Phyteuma Scheuchzeri All.
Galium lucidum All.
Hieracium porrifolium L.

und von illyrischen Hochgebirgspflanzen: *Daphne alpina* L., *Globularia cordifolia* L.

[1] Krašan in Abh. zool.-bot. Ges. (1870), 268, und in Öst. bot. Zeit., XXX (1880), 282; ferner in Mitteil. naturwiss. Ver. Steierm. (1896), 32.

[2] Auch Solla schildert einen botanischen Ausflug auf den Monte Gabria (St. Catharina, 307 *m*) bei Solkan in Öst. bot. Zeit. (1878), 303.

Von illyrischen Pflanzen wachsen daselbst alle typischen Gehölze des Karstwaldes wie *Ostrya carpinifolia* Scop., *Quercus lanuginosa* Lam., *Prunus mahaleb* L., *Coronilla emeroides* Boiss., *Cytisus hirsutus* L., *Cotinus coggygria* Scop. (nach Krašan), *Rhamnus rupestris* Scop., *Paliurus australis* Gärtn. mit *Amelanchier ovalis* Med., *Sorbus aria* L. und anderen Vorhölzern.

Auch eine reichhaltige Schar von illyrischen Heidepflanzen mischt sich auf den Felsen zwischen diese Gehölze, wie:

Bromus erectus L. v. *australis*
Stipa pennata L.
Iris graminea L.
Helleborus viridis L.
Thlaspi praecox Wlf.
Hippocrepis comosa L.
Ruta divaricata L.
Seselinia elata G. Beck
Trinia glauca Dum.
Peucedanum cervaria L.
P. oreoselinum L.
Satureja montana L.
S. rupestris Wulf.
Plantago serpentina Vill.
Centaurea rupestris L.
Lactuca perennis L.
Leontodon crispus Vill.

In dieser Vegetation sind nun in der Tat einige mediterrane Gewächse, jedoch ohne Bedeutung für das Vegetationsbild, eingemengt. Es sind dies genügsame, auch weiter noch in das obere Isonzo-Tal eingreifende Arten, wie *Scrophularia canina* L., *Campanula pyramidalis* L., *Artemisia camphorata* Vill. und die einjährige *Iberis divaricata* Tausch.[1] Feigensträucher finden sich verwildert in den Felsschluchten und *Lonicera etrusca* Santi schlingt sich am Fuße der Felsen durch das Buschwerk.

Gerade gegenüber von Solkan, am rechten Ufer des Isonzo, wo der Monte Valentino mit seinen felsigen Gehängen zum Isonzo abstürzt, sah Engler[2] »wenige Meter über dem Isonzo in einer Höhe von etwa 60 *m* über dem Meere die Alpinen:

[1] Solla erwähnt a. a. O. vom nahen Monte Gabria auch *Centaurea amara* L., *Carduus pycnocephalus* Jacqu., *Celtis australis* L., *Vitex agnus castus* L., *Foeniculum officinale* L. (verwildert).

[2] Engler, Pflanzenform. u. pflanz.-geogr. Glied. der Alpenkette, 80 (1901).

Saxifraga cuneifolia L.
S. petraea L.
Veronica lutea Wettst. (=*Paederota ageria* Aut.).
Aster bellidiastrum Scop.
Leontodon incanus Schrank

an Kalkfelsen unter den dichten Kronen von *Ostrya* und anderen Bäumen des südalpinen Mischwaldes, während daneben in humusreichem Boden *Anemone trifolia* L., *Epimedium alpinum* L., *Hacquetia epipactis* DC. scharenweise, *Cardamine trifolia* L., *Allium ursinum* L. und viele andere Waldpflanzen auftreten und kaum 30 Minuten unterhalb am Südhange des Valentin häufig *Asparagus acutifolius* L., *Osyris alba* L., *Pistacia terebinthus* L., *Eryngium amethystinum* L. anzutreffen waren, während ferner etwas weiter oben an Felsen *Primula auricula* L. und auf der Höhe des Valentin *Stachys (Betonica) alopecurus* Benth. gedeihen«.

Auch hier sind, wie man nach diesen Angaben anzunehmen geneigt wäre, die alpinen Arten durchaus nicht mit den mediterranen vermengt, wohl aber gedeihen wie bei Solkan beide zerstreut in den Formationen der illyrischen Flora; sie stehen nach meinen Beobachtungen nebeneinander auf ungleich beschaffenen Standorten.

Mit Ausnahme der mediterranen *Campanula pyramidalis* L., die man auf warmen Kalkfelsen noch viel höher hinauf im Isonzo-Tale beobachten kann und die selbst in die Voralpenregion eindringt, finden sich die von Engler genannten mediterranen Pflanzen an dem nicht unweit von dieser Stelle gelegenen warmen Hange des Monte Valentino, die alpinen Arten aber an den kalten, nach NE und N gerichteten Felsgehängen, und zwar nicht nur an dem NE-Hange des zum Isonzo abstürzenden Monte Sabotina, sondern auch an den Steilufern, zwischen denen sich der Isonzo sowohl im Kalkgestein in seinem Laufe innerhalb der Alpen als auch in den diluvialen Kalkkonglomeraten und Schotterterrassen von Solkan bis Podgoro eingegraben hat.

Überall trifft man da, wenn man von der ebenen Fläche der diluvialen Schotter zu den türkisblauen Fluten des Flusses hinabsteigt, einen jähen, pflanzengeographisch hoch inter-

essanten Wechsel der Vegetation. Sowie man von der im Sommer ausgedörrten, mit mediterranen Elementen durchsetzten, bebuschten illyrischen Felsheide die eigentlichen Uferhänge betritt, überraschen frischgrüne, zum Teil üppig gedeihende Laubwäldchen und Buschwerke, in denen efeuumsponnene Felswände und Schotterabbrüche mit manchen Alpenpflanzen besetzt sind. Auch die größeren und kleineren Felstrümmer, die in wildem Durcheinander bis ins Flußbett vorgeschoben sind, sind mit der gleichen Vegetation besetzt.

Die Anzahl der Alpenpflanzen, welche an diesen 10 bis über 30 *m* hohen Steilufern und an den sich anschließenden Felsen vorkommen, beschränkt sich durchaus nicht auf jene, die vom Monte Sabotina angegeben wurden, sondern man findet viele andere, die sich seit ihrer Herabschwemmung aus früherer Zeit an den Steilufern des Isonzo von Solkan bis St. Andrae südlich von Görz erhalten haben. Es sind dies nach Krašan[1] und meinen mehrfachen Beobachtungen:

Scolopendrium vulgare Sm.
Aspidium lonchitis Sw.
A. aculeatum Sw.
Cystopteris alpina Desv.
Selaginella helvetica Lk.
Sesleria coerulea Ard.
Trisetum argenteum R. Sch.
Carex brachystachys Schrank
Tofieldia calyculata Wahl.
Rumex scutatus L.
Moehringia muscosa L.
Gypsophila repens L.
Dianthus Waldsteinii Sternb.
Aconitum rostratum Bernh.
Arabis alpina L.
Kernera saxatilis Rchb.
Biscutella laevigata L.
Saxifraga cuneifolia L.
Saxifraga petraea L.
Rubus saxatilis L.
Potentilla caulescens L.
Astrantia carniolica Wlf. (selten)
Athamanta rupestris Reich.
Erica carnea L.
Rhododendron hirsutum L. (selten)
Salvia glutinosa L.
Veronica latifolia L.
V. lutea Wettst.
Alectorolophus angustifolius Gm.
Pinguicula alpina L.
Scabiosa graminifolia L. (schon vom Grafen Sternberg 1826

[1] Krašan in Öst. bot. Zeitschr. (1865), 102; (1870), 269; (1880), 181.

beobachtet; Flora 1826, 1. Beilage, 55)
Campanula caespitosa Scop.
C. linifolia Scop. (= *C. carnica* Schiede)
Phyteuma Scheuchzeri All. var.
Physoplexis comosa Schur [= *Phyteuma (Synotoma) comosa* L.]
Aster bellidiastrum Scop.
Erigeron polymorphus Scop. (= *E. glabratus* Hoppe)
Petasites niveus Baumg.
Centaurea transalpina Schleich.
Buphthalmum salicifolium L.
Hieracium porrifolium L.
H. bupleuroides Gmel.
Leontodon incanus Schrank.

Nebst diesen alpinen Arten zeigen sich an buschigen Stellen illyrische Waldpflanzen und mitteleuropäische Gewächse eingestreut, unter denen hervorzuheben wären:

Lasiagrostis calamagrostis Lk. (illyrisch-mediterran)
Veratrum nigrum L.
Anemone trifolia L.
Epimedium alpinum L.
Cardamine trifolia L.
Cytisus purpureus Scop.
Peucedanum verticillare M. K.
Hacquetia epipactis DC.
Omphalodes vernum Mönch

sowie

Allium senescens L.
Salix incana Schrank
Alnus incana DC.
Clematis vitalba L.
Dentaria enneaphylla L.
Sorbus aria L.
Amelanchier vulgaris Med.
Viola mirabilis L.
Chaerophyllum hirsutum L.
Cyclamen europaeum L.

An mehr grasigen, buschlosen Stellen der Schotterkonglomerate vermehren sich die illyrischen Elemente der Flora überdies mehr minder mit Gewächsen der Karstheide, wie z. B. mit

Alyssum montanum L.
Coronilla emeroides Boiss.
Peucedanum oreoselinum L.
Satureja montana L.
Plantago serpentina Vill.
Campanula sibirica L.
Leontodon crispus Vill.;

und auch die Gehölze des Karstwaldes sind hin und wieder anzutreffen.

Die pflanzengeographisch merkwürdigste Lokalität dieser Art ist die Umgebung einer Quelle am rechten Ufer des Isonzo gegenüber Peuma, wo nach Krašan[1] auf feuchtem, mit *Hypnum commutatum* Schimp. durchwachsenem Kalktuffe *Astrantia carniolica* Wlf., *Pinguicula alpina* L., *Campanula caespitosa* Scop. mit *Schoenus nigricans* L. und *Adiantum capillus veneris* L. vorkommen, während über den Gehängen südliche Gewächse, wie *Quercus ilex* L., *Pistacia terebinthus* L. und wilde Feigenbäume gedeihen.

Man kann also auch an diesen Stellen nicht von einer Mengung der mediterranen und alpinen Flora sprechen, da die verschiedenartigen Standorte beider durch die freilich oft unterbrochene obere Kante des Flußbettes des Isonzos scharf getrennt erscheinen.

Abweichend hievon ist hingegen das Vorkommen von *Adiantum capillus veneris* L. und *Parietaria ramiflora* Mch., welche in ausgewaschenen Uferhöhlungen der diluvialen Schotterterrassen häufig vorkommen und mit der ebenfalls feuchten und schattige Felsen liebenden *Pinguicula alpina* L. und *Veronica lutea* Wettst. zusammentreffen. An solchen Stellen gesellen sich auch andere schattenliebende Farne hinzu, wie *Asplenium trichomanes* L., *Phegopteris Robertiana* A. Br., *Aspidium filix mas* Sw. und *Conocephalus conicus* Dum.[2] mit *Preissia quadrata* Bern. kleiden die Wände dieser Höhlungen wie mit grünen Tapeten aus.

Im Isonzo-Tale von Solkan aufwärts ist die Mehrzahl der genannten mediterranen Gewächse schnell spurlos verschwunden und nur wenige, die durch besondere Anpassungsfähigkeit ausgezeichnet sind, wie

Ceterach officinarum W.
Eryngium amethystinum L.
Scrophularia canina L.
Cymbalaria muralis Baumg.
Galium purpureum L.
Campanula pyramidalis L.

---

[1] Krašan in Öst. bot. Zeit. (1880), 180.

[2] Vergl. auch Loitlesberger, Zur Moosflora der österreich. Karstländer, in Verh. zool.-bot. Ges., LV (1905), p. 479.

und demnach öfter mit alpinen Gewächsen zusammentreffen, lassen sich noch weiter an zerstreuten Standorten innerhalb der Formationen der illyrischen Flora verfolgen.

Die Gehänge der engen Talschlucht des Isonzo von Solkan bis Tolmein sind mit den Formationen der illyrischen Flora besetzt, die eine mehr minder große Anzahl mitteleuropäischer Gewächse in sich aufnimmt. Das beweist, daß die klimatischen Verhältnisse des engen Flußtales gegenüber dem offenen Talbecken von Görz merklich geändert sind. Es läßt sich dies auch an den Kulturen erkennen, die freilich in dem engen Tale mit steilen Gehängen keine besondere Ausbreitung erfahren können. Es wird aber selbst bei Canale, wo noch Weingärten in der Talsohle bei 130 *m* Seehöhe liegen, nur Wein von sehr geringer, oft kaum trinkbarer Qualität gewonnen und von Obstbäumen gedeihen daselbst nur der Walnußbaum und unedle Sorten von Kern- und Steinobst.[1] Bei Ronzina wird auch nur mehr der »Cevedino«, ein saurer Wein, gewonnen, den man aber gern mit Sodawasser trinkt. Hingegen kann von einer Weinernte im oberen Isonzo-Tale, wenn man hin und wieder, wie z. B. am St. Antonio-Hügel bei Karfreit, Reben auch noch in Lauben zieht, nicht mehr gesprochen werden. Im Winter 1906 auf 1907 waren selbst die Feigenbäume bei Ronzina entweder bis zum Grunde erfroren oder trieben nur ganz kümmerlich aus. Das erklärt zur Genüge, warum sich selbst die weniger empfindlichen mediterranen Gewächse innerhalb der illyrischen Flora nicht weit in das obere Isonzo-Tal beobachten lassen.

Verfolgen wir deren Ausstrahlung. Am Aufstiege zum Monte Santo (682 *m*) trifft man an Mauern in Solkan *Antirrhinum majus* L., im Buschwerk *Colutea arborescens* L. und Feigensträucher, die man an den bebuschten, nach SW geneigten felsigen Hängen bis zu 350 *m* Seehöhe verfolgen kann. *Artemisia camphorata* Vill. ist wie *Asparagus acutifolius* L. und *Eryngium amethystinum* L. nicht selten. *Scrophularia canina* L. sah ich noch bei 360 *m*. *Campanula pyramidalis* L. steigt bis zur letzten Kapelle, welche 540 *m* hoch liegt, an und

[1] Krašan in Abh. zool. bot. Ges. (1883), 597.

die widerstandsfähige *Cymbalaria muralis* Baumg. wuchert noch an den Mauern um die Wallfahrtskirche von Monte Santo bei 680 *m*; ja ich bemerkte sie sogar noch an Felsen nächst Trnovo im Trnovaner Walde bei etwa 800 *m* Seehöhe, wo sie mit Rotbuchen und mit *Rhamnus fallax* Boiss. (= *Rh. carniolica* A. Kern.) zusammentrifft.

Auf dem Wege nach Canale begegnet man auf den warmen Felsen öfter der *Campanula pyramidalis* L. und verwilderten Feigenbüschen. Maulbeer- und Zürgelbäume (*Celtis australis* L.) kann man bei Plava beobachten. An den Gemäuern von Canale wuchert in Menge *Ceterach officinarum* W. und *Cymbalaria muralis* Baumg.

Campanula pyramidalis L. fehlt nirgends von Ronzina bis Selo und teilt stets mit vielen Alpinen und vielfach auch mit *Ceterach officinarum* W. den felsigen Standort. Bei Ronzina gibt es selbst noch Zypressen. Feigenbäume sind in Gärten nicht selten, doch wie erwähnt der Frostgefahr ausgesetzt. *Scrophularia canina* L., *Tamus communis* L. und *Ruscus aculeatus* L. sind zwischen Ronzina und Selo ebenfalls verbreitet.

Bei Podselo und Selo gedeiht, wie schon Stur[1] beobachtete, *Campanula pyramidalis* L. noch in üppigster Weise in einer Seehöhe von 150 bis 200 *m*. Ich sah daselbst aber auch verwilderte Zürgelbäume und Feigensträucher, *Andropogon gryllus* L. und *Eryngium amethystinum* L. Von St. Lucia über Modreja bis Tolmein trifft man stellenweise *Ceterach officinarum* W., *Eryngium amethystinum* L., *Scrophularia canina* L., *Cymbalaria muralis* Baumg. Auf Mühlrädern beobachtete ich bei Podlubinje nächst Tolmein in großer Menge *Bangia atropurpurea* Ag.

Die Umgebung von Tolmein, insbesondere der Schloßberg, bergen:

Andropogon gryllus L., *Ruscus aculeatus* L., *Tamus communis* L., welch letztere ich am Kuk noch bis 713 *m* Seehöhe verfolgen konnte, *Eryngium amethystinum* L., *Cymbalaria muralis* Baumg., *Scrophularia canina* L.

[1] Stur in diesen Sitzungsberichten, XXV (1857), 394; auch Marchesetti in Verh. zool.-bot. Ges. (1872), 431.

Weinreben werden in Tolmein und Woltschach nur in Gärten und an den Häusern als Lauben kultiviert, aber daß hier in dem erweiterten Talboden doch noch günstigere klimatische Verhältnisse herrschen, kann man daraus entnehmen, daß auch empfindlichere Holzgewächse im Freien (wahrscheinlich unter Schutz) überwintern, wovon ich z. B. schönblühende Granatapfelbäume zu sehen Gelegenheit hatte.

Sendtner[1] gibt vom Hange des Matajur gegen das Isonzo-Tal auch *Andropogon gryllus* L. an, welche Pflanze er wohl nur am Fuße des Berges angetroffen haben dürfte.

Auf der Südseite des mit üppiger illyrischer Flora und reichlicheren Alpinen besetzten Hügels von St. Antonio bei Karfreit, dort wo noch in schmalen Streifen Weinreben gezogen werden, steht auf Felsen einzeln *Ceterach officinarum* W. mit *Galium purpureum* L. und *Cymbalaria muralis* Baumg., aber trotz der warmen Felsen konnte ich keine *Campanula pyramidalis* L. mehr entdecken.

Als letzte mediterrane Pflanzen im Isonzo-Tale sah ich *Cymbalaria muralis* Baumg. zwischen Trnovo und Serpenica bei zirka 450 *m* unter einer großen Schar alpiner Gewächse, wie z. B.:

Asplenium viride Huds.
Tofieldia calyculata Wahl.
Moehringia muscosa L.
Ranunculus montanus W.
Helleborus niger v. *altifolius* Hayne
Saxifraga Hostii Tausch
Geranium macrorrhizum L.

und inmitten der Voralpenregion, sowie *Galium purpureum* L. und *Aethionema saxatile* R. Br. auf warmen Kalkfelsen im Flitscher Becken in Gesellschaft einiger illyrischer Gewächse.

Graf Sternberg gibt auch an,[2] *Galium purpureum* L. am Predil neben *Erigeron uniflorus* L. (wohl?) beobachtet zu haben und Sendtner[3] will im Banšica-Tale, das er Pauschza nennt, auch *Scrophularia canina* L. mit *Aethionema saxatile* R. Br. gefunden haben.

---

[1] Sendtner in Flora, XXV, 2 (1842), 633.

[2] Graf C. v. Sternberg, Bruchstücke aus dem Tagebuch einer naturhist. Reise von Prag nach Istrien, in Flora, IX (1826), 1. Beil., 58.

[3] Sendtner, Besteigung des Moresch, in Flora, XXV 2 (1842), 451.

Mit der der mediterranen Flora angehörigen *Cephalaria leucantha* Schrad. v. *trenta* (= *Scabiosa trenta* Hacquet, Pl. alp. Carn. [1782]), welche Hacquet »in montibus circa Trenta« aufgefunden hatte, hat sich A. v. Kerner eingehender beschäftigt.[1] Niemand hat sie mehr in dieser Gegend wiedergefunden und A. v. Kerner vermutet ganz richtig, daß diese Pflanze nicht in dem rauhen Kessel des Trenta-Tales, wo die alpine Vegetation tief herabgeht, aufzusuchen sei, sondern weiter südlich an den sonnigsten Stellen der Berge bei dem Dorfe Trenta, etwa in einer Höhe von 500 bis 1000 *m* (nach meiner Anschauung in einer Höhe von 500 bis 600 *m*) aufzusuchen wäre. Da es nicht gelang, die Pflanze wiederzufinden,[2] dürfte die Ansicht Kerner's,[3] daß diese Pflanze im Laufe der letzten hundert Jahre an dem Hacquet'schen Standorte ausgestorben sei, manches für sich haben, was ja auch bei einem Relikte einer in früheren Zeiten unter günstigeren Vegetationsverhältnissen in den Tälern der Südalpen heimischen und jetzt zurückweichenden Flora nicht zu verwundern wäre. Da übrigens das Zusammentreffen der unveränderten *Cephalaria leucantha* Schrad. mit Hochalpenpflanzen von mir an manchen Stellen in den Dinarischen Alpen festgestellt worden ist,[4] wie am Koziak bei Spalato (bei 700 *m*), am Prologh bei Sinj (bei 900 bis 1000 *m*) und am Leotar und Gliva nächst Trebinje (bei 1000 bis 1200 *m* Seehöhe), dürfte auch die Var. *trenta* derselben in ähnlicher Weise mit Hochgebirgspflanzen vereint im Quellgebiete des Isonzo vorgekommen sein.

Auch der von Hacquet[5] zwischen Čepovan und Canale angegebene Rosmarin (*Rosmarinus officinalis* L.)[6] ist, weil

---

[1] A. v. Kerner, *Scabiosa trenta* Hacquet, in Öst. bot. Zeitschr., XLIII (1893), 113, Taf. VIII.

[2] Kugy suchte sie vergebens durch mehrere Tage. Zeitschr. des deutsch. u. österr. Alpenver. (1878), 10.

[3] A. a. O., p. 117.

[4] Vergl. G. v. Beck, Vegetationsverh. von Illyrien, p. 111 bis 115.

[5] Hacquet, Physikalisch-politische Reise aus den dinarischen durch die Julischen...Alpen (1785), p. 61.

[6] Ob Hacquet unter seiner »wilden Salbey«, welche er mit dem Rosmarin an der genannten Stelle angibt, gerade *Salvia officinalis* L. meint,

offenbar irrtümlich, niemals gefunden worden und Krašan[1] bemühte sich ebenso vergeblich, die daselbst von Hacquet angegebene *Centaurea Karschtiana* Scop. und *Digitalis purpurea* L. zu entdecken. Wohl aber wird hier noch die anpassungsfähige *Satureja nepeta* Fritsch gefunden.

Im Bača-Tale sind *Galium purpureum* L., *Scrophularia canina* L. und *Eryngium amethystinum* L. aufwärts bis Kneža, also etwa bis 250 *m* Seehöhe zu verfolgen. Hier trifft auch *Ceterach officinarum* W. mit *Scolopendrium vulgare* Sm. an gleichen Stellen zusammen und *Ruscus aculeatus* L. zeigt sich noch in Buschwerken gegen Grahovo.

Im unteren Idria-Tale ist *Scrophularia canina* L. und *Eryngium amethystinum* L. nicht selten und beide steigen z. B. am Zenica-Berge zwischen Bača pri Modreji und Lubinj bis 500 *m* Seehöhe auf. Der südliche Charakter der Kulturen hält hier bis Slap an und *Ceterach officinarum* W. findet sich noch an mehreren Stellen zwischen Slap und Tribuša dl. und wurde nach Paulin[2] selbst noch bei Idria, außerdem bei Lueg nächst Adelsberg beobachtet. Es sind dies die vorgeschobensten Punkte, welche diese Pflanze behauptet. *Galium purpureum* L. wurde von Krašan[3] auch noch im oberen Tribuša-Tale unter einer reichen Hochgebirgsflora und *Artemisia camphorata* Vill. von demselben im untersten Čepovan-Tale beobachtet.

In Idria selbst ist *Cymbalaria muralis* Baumg. sehr häufig. Besondere Beachtung verdient aber bei Idria *Campanula pyramidalis* L., die inmitten der Voralpenregion neben zahlreichen Alpinen im Idrica-Tale am S-Abhange des Strug etwa in einer Seehöhe von 400 bis 450 *m* prächtig gedeiht. Auf Bergwiesen bei Idria wurde auch noch *Asphodelus albus* L., auf Felsen *Ceterach officinarum* W. beobachtet.

---

wie Krašan ausführt, lasse ich dahingestellt, weil auch der Wiesensalbei (*Salvia pratensis* L.) oft als wilder Salbei bezeichnet wird.

[1] Krašan, Bericht über meine Exkursion in das Lašček-Gebirge, in Abh. zool.-bot. Ges., XVIII (1868), p. 202 ff.

[2] Paulin, Beiträge zur Kenntnis der Veget. Krains, I, 5 (1901).

[3] In Abh. zool.-bot. Ges., XVIII (1868), 206, 211.

Man ersieht demnach, daß nur einige besonders widerstandsfähige mediterrane Gewächse, welche auch an anderen Orten die Grenze der mediterranen Flora überschreiten, in die Täler des Isonzo und seiner Nebenflüsse eingedrungen sind, daß sie sich selbst noch vereinzelt in der Voralpenregion vorfinden, daß sie aber eine sehr geringe Rolle in der Vegetation dieser Täler spielen.

B. Die illyrische Flora.

1. Im Isonzo-Tale.

Betrachten wir nunmehr das Verhalten der illyrischen Flora im Isonzo-Tale. Sie schiebt sich geschlossen noch weit ins Isonzo-Tal, doch kaum bis in die Talweitung von Tolmein, vor, bildet die Hauptmasse der Vegetation an den ins mittlere Isonzo-Tal abfallenden Berghängen und mischt sich mit der Annäherung an das Hochgebirge reichlich mit voralpinen Gewächsen. An den Tallehnen zwischen Solkan und Tolmein räumt sie etwa in einer Seehöhe von 640 *m* den Buchenformationen, als deren Gehölze *Fagus silvatica* L. und *Carpinus betulus* L. gleich häufig dominieren, selbst in warmen Lagen den Platz, während auf dem waldarmen Laščck-Plateau[1] eine Mischung illyrischer, mitteleuropäischer und alpiner Gewächse statthat und zugleich eine Verarmung der Vegetation durch übermäßige Waldnutzung und Weide eingetreten ist, die es dem Pflanzengeographen kaum gestattet, das Gebiet einem bestimmten Florenbezirke zuzuteilen.

Das Areale der illyrischen Flora zeigt sich aber auch an den Talhängen schon von Tolmein weiter aufwärts nicht mehr geschlossen, denn bald überwiegen mitteleuropäische Pflanzen und nur an günstigen, warmen Stellen schließen sich die Pflanzen der illyrischen Flora noch gruppenweise zusammen.

Im Isonzo-Defilé zwischen Karfreit und Flitsch greift die voralpine Flora schon so massig bis in die Talsohle herab, daß

---

[1] Vergl. Krašan, Bericht über meine Exkursion in das Laščck-Gebirge, in Abh. zool.-bot. Ges., XVIII (1868), p. 201.

die Bergregion, in der sich die Elemente der Karstflora vorfinden, ihr Ende nimmt, um erst wieder im weiten, wärmeren Talbecken von Flitsch erneuert an Ausdehnung zu gewinnen. Hier aber spielt die illyrische Flora bereits eine sehr untergeordnete Rolle und die letzten Vertreter derselben verschwinden in einer Seehöhe von 1000 *m*.

Aus nachfolgenden Beobachtungen wird das Zurücktreten und das Verschwinden der illyrischen Pflanzen anschaulicher werden.

Im Isonzo-Tale von Solkan bis St. Lucia tragen die Kulturen, die naturgemäß im engen Isonzo-Tale geringe Anbaufläche finden und nur bei Anhovo, Canale und Ronzina einige Bedeutung gewinnen, einen südlichen Charakter. Der üppig gedeihende Mais, Weinreben, Maulbeer- und Nußbäume tragen hiezu bei. Betrachtet man aber die Vegetation der Tallehnen, so findet man durch Prügelholzaushieb mehr minder zerstückelten Karstwald oder nur mehr dessen Überreste in Form von Buschwerken vor, während an den zahlreichen steinigen und felsigen Stellen sowie an den sonnseitigen Abhängen die Karstheide mit ihren Vertretern dominiert. Da die Gewächse der letzteren im Hochsommer an den warmen Gehängen vergilben und vertrocknen, bieten dieselben zu dieser Jahreszeit dieselbe traurige Physiognomie dar wie die Heiden des öden Karstes ober Triest.

Die Zusammensetzung dieser beiden vielfach ineinandergreifenden Vegetationsformationen kann man namentlich an dem zum Isonzo steil abfallenden langen Bergrücken studieren, der vom Monte Santo (Sveta gora) gegen Plava zieht und sich bis zu 682 *m* im Wallfahrtsort erhebt.

Die Vegetation besteht hier, nach eigenen Aufzeichnungen und den in der Literatur[1] vorhandenen Angaben, aus folgenden Arten (*m* = mediterran, *i* = illyrisch, *a* = voralpin oder alpin, *i m* = illyrisch-mediterran):

---

[1] Außer der bereits angeführten auch Solla, Hochsommerflora der Umgebung von Görz, in Öst. bot. Zeit., XXVIII (1878), 268.

Gehölze:

i Pinus nigra Arn. (aufgeforstet)
Juniperus communis L.
Populus tremula L.
Corylus avellana L.
Carpinus betulus L.
i Ostrya carpinifolia Scop.
i Quercus lanuginosa Lam.
Qu. robur L.
Qu. sessilis Ehr.
Ulmus campestris L.
m Ficus carica L. (verwildert bis 350 *m*)
Berberis vulgaris L.
Crataegus monogyna Jacqu.
Sorbus aria L.
Pirus communis L.
Malus communis Dec. (verwildert)
Mespilus germanica L. (verwildert)
Rosa gallica L.
R. canina L.
R. urbica Lam.
R. dumetorum Thuill.
a R. ferruginea Vill.
Rosa sepium Thuill.
i Prunus mahaleb L.
P. spinosa L.
P. persica Zucc. (verwildert).
i Cytisus hirsutus Scop.
i C. nigricans L.
m Colutea arborescens L.
i Coronilla emeroides Boiss.
Robinia pseudoacacia L. (verwildert)
i Cotinus coggygria Scop.
Euonymus europaeus L.
Staphylea pinnata L.
Acer campestre L.
i A. monspessulanum L.
i Rhamnus rupestris Scop.
Tilia platyphyllos Scop.
i Daphne alpina L.[1]
Cornus sanguinea L.
C. mas L.
Ligustrum vulgare L.
i Fraxinus ornus L.
Sambucus nigra L.
Viburnum lantana L.

Schling- und Kletterpflanzen:

Humulus lupulus L.
Clematis vitalba L.
Rubus macrosiemon Focke
R. tomentosus Borkh.
Lathyrus latifolius L.
Vicia cracca L.
Vitis vinifera L. (verwildert)
Hedera helix L.
Cuscuta epithymum Murr.

[1] Schon Tommasini, in Flora, XX (1837), 66.

Kräuter und Stauden:

m Ceterach officinarum W.
Asplenium trichomanes L.
m Phleum paniculatum Huds.
m Andropogon gryllus L.
Bromus sterilis L.
Anthoxanthum odoratum L.
Briza media L.
im Cynodon dactylon Pers.
im Lasiagrostis calmagrostis Lk.[1]
i Ornithogalum pyrenaicum L. var. *flavescens* Lam.
a Lilium bulbiferum L.
Anthericum ramosum L.
i Allium flavum L.
m Asparagus acutifolius L.
i A. tenuifolius L.
i Iris graminea L.
im Anacamptis pyramidalis Rich.
m Loroglossum hircinum L. C. Rich.
Ophrys arachnites (L.).
Stellaria holostea L.
a Blitum bonus henricus Rb.
i Aristolochia pallida W.
i Silene italica Pers.
S. venosa Asch.
i S. nutans L. var. *livida.*
i Dianthus barbatus L.
Clematis recta L.
i Helleborus viridis L.
Thalictrum minus L.
a Aquilegia vulgaris L.
i Epimedium alpinum L.
Arabis turrita L.
a Biscutella laevigata L.
i Thlaspi praecox Wlf.
Alliaria officinalis Andr.
Sedum album L.
Fragaria collina Ehr.
Ononis spinosa L.
i Coronilla coronata L.
C. varia L.
i Galega officinalis L.
Anthyllis vulneraria L.
i Medicago prostrata Jacqu.
i Genista silvestris Scop.
i Lathyrus variegatus G. G.
Geranium sanguineum L.
G. Robertianum L.
G. molle L.
Linum tenuifolium L.
Dictamnus albus L.
i Ruta divaricata Ten.
Malva alcea L.
Hypericum perforatum L.
Helianthemum obscurum Pers.
Chamaenerium palustre Scop.
i Trinia glauca Dum.
Seseli annuum L.
i Seselinia elata G. Beck
m Bupleurum aristatum Bartl.
a Athamanta rupestris Rchb.
m Eryngium amethystinum L.

[1] Siehe vorhergehende Seite, Anm. 1.

a Peucedanum verticillare Koch
P. cervaria L.
a Molopospermum peloponnesiacum Koch[1]
Angelica silvestris L.
m Foeniculum officinale L. (verwildert)
Chaerophyllum temulum L.
a Cyclamen europaeum L.
Cynanchum hirundinaria Med. v.
Centaurium umbellatum Gilib.
Lithospermum officinale L.
i Onosma echioides L.
m Cynoglossum pictum Ait.
m Borrago officinalis L.
Ajuga chamaepitys Schreb.
Teucrium montanum L.
i Lamium orvala L.
i Satureja montana L.
m S. nepeta Fritsch
i S. rupestris Wlf.
a Salvia glutinosa L.
i Thymus pannonicus All.
Prunella vulgaris L.
Stachys betonica Benth.
m Scropnularia canina L. (bis 360 *m*)
Digitalis ambigua Murr.
i Euphrasia illyrica Wettst.
a Verbascum nigrum L.
V. blattaria L.
V. Chaixi Vill.
Orobanche gracilis Sm.
i Plantago serpentina Schrad.
i P. argentea Chaix
Galium cruciatum Scop.
G. mollugo L.
i G. aristatum L.
m Campanula pyramidalis L.[1] (bis 540 *m*)
C. glomerata L.
a C. spicata L.
C. cervicaria L. (nach Solla)
a Phyteuma Scheuchzeri All.
Dipsacus silvestris Huds.
Knautia silvatica Coult.
i m Artemisia camphorata Vill.
Matricaria chamomilla L.
a Buphthalmum salicifolium L.
Eupatorium cannabinum L.
a Petasites niveus Baumg.
Chrysanthemum leucanthemum L.
Ch. corymbosum L.
i Inula spiraeifolia L.
m Achillea odorata L.
m Carlina corymbosa L.
a Erigeron polymorphus Scop.
i Aster amellus L.
Serratula tinctoria L.
i Centaurea rupestris L.
i C. splendens L.
i C. sordida W.

[1] Nach Tommasini, in Flora, XX (1837), 66.

m Centaurea solstitialis L.
i C. cristata Bartl. (nach Marchesetti)
i C. variegata Lam. (= *C. axillaris* W.)
i Scorzonera villosa Scop.
Lactuca perennis L.
Lactuca muralis L.
Leontodon hastilis L.
a Hieracium porrifolium L.
a H. illyricum Fries
Cichorium intybus L.
a Crepis incarnata Tausch.

In diesem Gemenge überwiegen, wenn die verwilderten Gewächse ausgeschlossen werden, an Artenzahl die mitteleuropäischen Gewächse mit 62·1%, während die der illyrischen Pflanzenarten nur 26·5% erreicht; doch letztere ragen durch die Individuenzahl und durch die Bestandbildung hervor. Die mediterranen Gewächse sind auf 11·4% zusammengeschrumpft, während die mitteleuropäisch-alpinen Gewächse mit 10·9% Anteile noch wenig zur Geltung kommen.

Die obere Höhengrenze dieser beiden ineinandergreifenden Formationen der illyrischen Flora dürfte nach meinen Beobachtungen den Höhenkamm des Monte Santo bis Plave kaum überschreiten. Auf dem gegen NE gerichteten Hange des letzteren sind dieselben mit jenen der mitteleuropäischen Flora stark vermengt und die sanft abfallenden Böschungen rund um die große Doline von Grgar und Britof, welche sich zwischen dem Monte Santo und dem oberen Čepovan-Graben ausbreitet, sind mit Wiesen und zerstreuten Buchenwaldresten besetzt, an die sich gegen die beiden genannten Ortschaften schönes Kulturland anschließt. Über dieser im Frühjahre lebhaft grünen Region folgen etwa von 640 *m* angefangen steinige Karstflächen, die in breiter Zone vom Monte St. Gabriele (646 *m*) und Monte St. Daniele (554 *m*) einesteils dem waldigen Teile des Trnovaner Waldgebirges vorgelagert sind, andernteils auch die Jurakalke des Hochplateaus von Banjšice und des Lašček-Plateaus bis Lom bedecken. Wenn auch das warme Kalkgestein nach Krašan[1] noch manche illyrische Pflanze, wie:

Andropogon ischaemum L.,
Satureia montana L.

[1] Krašan, in Abh. zool.-bot. Ges., XVIII (1868), p. 210.

und andere wärmeliebende Gewächse beherbergt, so verkümmern und verschwinden in dieser Zone doch die Karstgehölze, die Wiesen schmücken sich reichlicher mit voralpinen Vertretern und schon bei 800 *m* Seehöhe wird z. B. bei Trnovo schöner, wenn auch zerstückelter, voralpiner Rotbuchenwald erreicht, der weiter hinauf sich schließt und endlich von 960 *m* angefangen dem Fichtenwalde weicht. So wechselt die Vegetation auf dem gegen den Isonzo und die Görzer Ebene vorgeschobenen Hochplateau des Trnovaner Waldgebirges.

Anders aber verhält sich dieselbe an dem steilen Abfalle desselben gegen Görz, in das Isonzo- und Idria-Tal. Das linke Gehänge des Isonzo-Tales von Plave bis Solkan, der ganze Steilabfall des Trnovaner Waldes von Solkan über Kronberg, Schönpaß und weiter in das Wippach-Tal hinein trägt dieselben Formationen der illyrischen Flora, wie sie früher vom Monte Santo geschildert wurden, also: den mehr minder zerstückelten Karstwald, die Formation der Felspflanzen des illyrischen Karstes und die Karstheide, die bis 680 *m* Seehöhe ansteigt.

Hingegen die Gehänge von Canale über Avče nach Bača pri Modreji tragen Rotbuchenwälder, die von der Höhe des Lašček-Gebirges herabziehen, und die Bergwiesenformation der mitteleuropäischen Flora. Es sind offenbar die kühleren, den kalten Hochgebirgswinden mehr ausgesetzten Flanken des Trnovaner Waldgebirges.

Schon Krašan[1] hebt hervor, daß das Hochplateau des Lašček-Gebirges, das sich zwischen dem Isonzo und dem Tale von Čepovan erhebt, der oberen Bergregion angehöre, in welcher die Rotbuche ihre Formation schon von 630 *m* angefangen ausbreitet. Die Rotbuchenformation ist jedoch daselbst schon sehr zurückgedrängt und nur mehr zerstückelt vorzufinden.

Das gleiche kann man auch auf dem Zuge des Kolovrat von Canale bis Woltschach beobachten, welcher Bergrücken sich gegen N zu allmählich bis 900 *m* erhebt und auf seiner Höhe nur mehr Wiesen trägt.

---

[1] Krašan, in Öst. bot. Zeitschr. (1880), 283.

Die Zusammensetzung der Wälder und Buschwerke, welche die vom Kolovrat gegen das Isonzo-Tal abfallenden Hänge bekleiden, ist eine sehr bunte. Man sieht gegen die Talsohle zwar alle vorhin erwähnten charakteristischen Karstgehölze, aber auch die Weißbuche ist ebenso häufig und überaus groß ist die Anzahl der mitteleuropäischen Sträucher, zu denen auch die Bergulme (*Ulmus scabra* Mill.) tritt. Zahlreiche Vorboten des Niederwuchses der Rotbuche lassen selbst in der Talsohle die Nähe des Rotbuchenwaldes erkennen, in welchem schon auf halber Höhe des Osthanges am Hrad vrh etwa bei 500 *m* Fichten sich einmengen.

Auf den Hügeln südlich von Tolmein, auch an den Gehängen des untersten Idria- und Bača-Tales bis Slap respektive Kneža zeigen sich die Vertreter der illyrischen Flora massig nur auf den warmen Gehängen, insbesondere auf felsigen und steinigen Stellen. Aber auch an solchen für sie günstigen Standorten verlieren sie sich schon in einer Höhenlage von 650 *m* in der Masse des südalpinen Laubwaldes, der als Rotbuchenwald mit einer Reihe voralpiner Arten im Niederwuchse die kälteren, insbesondere gegen N schauenden Lagen besetzt und ebenso wie an der Ostflanke des Kolovrat einen auffälligen Kontrast in der Physiognomie der Landschaft hervorruft. Dieser Gegensatz im Vegetationskleide kommt schon in dem Taleinschnitte zwischen Čiginj und Selo, in welchem die Straße von Woltschach nach Podselo führt, sehr schön zum Ausdruck. Am rechten Talhange, der zum Kolovrat aufsteigt, stocken Rotbuchen und herrscht die mitteleuropäische Flora mit mancher Voralpenpflanze, am linken Talhange aber die illyrische Flora, die massig unter Selo sich hinzieht.

Um Selo selbst gibt es noch überall auf felsigen Stellen die charakteristischen Holzgewächse des Karstwaldes, wie die Hopfenbuche, Mannaesche und die Mahalebkirsche in Verbindung mit

Tamus communis L.,
Ruscus aculeatus L.,
Geranium tuberosum L.,

aber zahlreicher erscheinen mitteleuropäische Gehölze, namentlich Vorhölzer, wie:

Carpinus betulus L.
Populus tremula L.
P. nigra L.
Corylus avellana L.
Quercus sessilis Lam.
Ulmus campestris L.
Rosa spec.
Prunus spinosa L.
Pirus communis L.
Crataegus monogyna Jacqu.
Euonymus europaeus L.
Staphylea pinnata L.
Acer campestre L.
Tilia platyphyllos Scop.
Cornus mas L.
C. sanguinea L
Fraxinus excelsior L.
Ligustrum vulgare L.
Viburnum lantana L.
Sambucus niger L.
Lonicera xylosteum L.

Hier trifft die Weißbuche (*Carpinus betulus* L.) mit der Hopfenbuche (*Ostrya carpinifolia* Scop.) und die Esche mit der Mannaesche zusammen.

Aus dem unter diesen Gehölzen vorkommenden Niederwuchse entnimmt man leicht, daß hier die mitteleuropäischen Elemente in den Busch- und Waldformationen bereits die Überhand gewonnen haben.

Noch deutlicher ist dies im unteren Idria-Tale zwischen St. Lucia und Bača pri Modriji ersichtlich. Ein buntes Gemisch von Laub- und Nadelhölzern bekleidet hier die durch den Bahn- und Straßenbau arg verwüsteten Tallehnen. Am Nordhange des Laščck-Gebirges greift die Formation der Rotbuchen mit Fichten und Tannen sowie schönen, manche Voralpenpflanze bergenden Bergwiesen bis zur Idria (150 bis 140 *m*) herab, während die illyrischen Elemente, mit mancher Voralpenpflanze im Standorte sich teilend, auf den Konglomeratblöcken und Felsabstürzen zu beiden Seiten der Idria mit wenigen Repräsentanten nur beschränkten Platz finden.

An dem genannten Nordhange, den die neue Bahnlinie durchschneidet, zeigt sich folgender Aufbau der Vegetation:

A. Im Rotbuchenwalde.

Gehölze:

Picea abies Karst. (= *P. vulgaris* Lk.
Abies picea Bluff. Fing. (= *A. alba* Mill.)

a *Larix decidua* Mill.
Pinus nigra Arn. (gepflanzt)
Salix capraea L.
a *S. grandifolia* Ser.
Populus tremula L.
Alnus glutinosa Gärtn.
Fagus silvatica L.
Carpinus betulus L.
Ostrya carpinifolia Scop.
Quercus robur L.
Qu. cerris L.
Corylus avellana L.
Berberis vulgaris L.
Sorbus aria L.
Crataegus monogyna Jacqu.
Rosa silvestris Herm.
Prunus avium L.
Rubus discolor Weihe et Nees.
Euonymus verrucosus L.
Staphylea pinnata L.
Acer monspessulanum L.
A. campestre L.
A. platanoides L.
Rhamnus cathartica L.
Tilia platyphyllos Scop.
Daphne mezereum L.
Fraxinus ornus L.
F. excelsior L.
Viburnum opulus L.
Lonicera xylosteum L.
L. caprifolium L.

Hedera helix L.

Niederwuchs:

Athyrium filix femina Roth
Phegopteris polypodioides Fée
Ph. Robertiana A. Br.
Aspidium filix mas Sev.
Pteridium aquilinum Kuhn
Polypodium vulgare L.
Melica nutans L.
a *Sesleria coerulea* Ard.
Luzula pilosa W.
L. nemorosa E. Mey.
Lilium martagon L.
Allium ursinum L.
Majanthemum bifolium Schmidt
Galanthus nivalis L.
Orchis maculatus L.
Asarum europaeum L.
a *Moebringia muscosa* L.
Moehringia trinervia Clairv.
a *Anemone trifolia* L.
Helleborus viridis L.
Ranunculus lanuginosus L.
Actaea nigra Gärtn.
a *Aquilegia vulgaris* L.
Dentaria bulbifera L.
Arabis turrita L.
A. trifolia L.
Cardamine impatiens L.
a *Lunaria rediviva* L.
a *Saxifraga cuneifolia* L.
a *Aruncus silvester* Kost.
Lathyrus vernus Bernh.
L. variegatus G. G.
Geranium phaeum L.
Oxalis acetosella L.
Euphorbia dulcis L.
Mercurialis perennis L.

Hacquetia epipactis DC.
Sanicula europaea L.
Aegopodium podagraria L.
Cyclamen europaeum L.
a *Gentiana asclepiadea* L.
Cynanchum hirundinaria Med.
Vinca minor L.
Pulmonaria officinalis L.
Myosotis silvatica L.
Symphytum tuberosum L.
a *Salvia glutinosa* L.
Lamium orvala L.
L. luteum Krock.
Glechoma hederacea L.
Stachys officinalis Trev.
Ajuga genevensis L.
Melittis melissophyllum L. var. *alba*.
Scrophularia nodosa L.
Digitalis ambigua Murr.
a *Veronica latifolia* L.
V. chamaedrys L.
Galium aristatum L.
Valeriana officinalis L.
Eupatorium cannabinum L.
Inula salicina L.
Buphthalmum salicifolium L.
a *Petasites niveus* Bmg.
a *Doronicum austriacum* Jacqu.
a *Senecio Fuchsii* Gmel.
Solidago virga aurea L.
a *Cirsium erisithales* Scop.
Aposeris foetida Cass.
Hieracium vulgatum Fries.

B. In Bergwiesen.

(Nach einer Aufnahme im Mai.)

Anthoxanthum odoratum L.
Carex montana L.
C. canescens L.
Luzula pilosa W.
L. campestris DC.
Colchicum autumnale L.
Ornithogalum tenuifolium Guss.
Orchis morio L.
a *O. speciosus* Host
Anemone trifolia L.
Ranunculus acer L.
Fragaria vesca L.
Genista tinctoria L.
Trifolium alpestre L.
Vicia cracca L.
Polygala vulgaris L.
Euphorbia cyparissias L.
Eu. verrucosa L.
Viola Riviniana Rchb.
i *Peucedanum oreoselinum* L.
Primula vulgaris Huds. (= *P. acaulis* Jacqu.)
Myosotis sylvatica L.
Ajuga genevensis L.
Salvia pratensis L.

Veronica chamaedrys L.
Plantago lanceolata L.
Chrysanthemum leucanthemum L.
Centaurea jacea L.

und an mehr kräuterreichen Stellen in der Nähe der Buschwerke:

a Aquilegia vulgaris L.
a Aruncus silvester Kost.
a Salvia glutinosa L.
Scrophularia nodosa L.
a Cirsium erisithales Scop.
a Senecio crispatus DC.

Es ist also aus diesen Pflanzenbeständen deutlich das Verschwinden der illyrischen Flora in der mitteleuropäischen Flora sowie die Mehrung der alpinen Vertreter *(a)* zu entnehmen.

Sehen wir uns aber auch die Vegetation des gegenüberliegenden, gegen S gerichteten Talhanges an, zu welchem Zwecke wir den zwischen Bača pri Modreji und Lubinj gelegenen 654 *m* hohen Zenica-Hügel ersteigen. Man tritt gleich am Fuße dieses Hügels in eine aus Weiß- und Rotbuchen gebildete Waldformation, in der nur wenige Karstgehölze zu sehen sind, welche aber bald verschwinden. Nur im Niederwuchse, welcher die charakteristische Zusammensetzung jenes der Buchenformation besitzt, fallen uns einige weiter verbreitete illyrische Pflanzen auf, wie es nachfolgende Bestandsliste ersehen läßt.

Bestandsliste des Buchenwaldes am Südhange des Zenica-Hügels ober Bača pri Modreji.

Oberholz:

Carpinus betulus L.
Fagus silvatica L.
Acer campestre L.
Robinia pseudoacacia L. (verwildert)
Fraxinus excelsior L.
F. ornus L. (einzeln).

Unterholz:

Corylus avellana L.
Berberis vulgaris L.
Crataegus monogyna Jacqu.
Cornus sanguinea L.
Lonicera xylostea L.

Niederwuchs:

Melica nutans L.
Ruscus aculeatus L.
i Asparagus tenuifolius Lam.
Asarum europaeum L.
Moehringia trinervia Clairv.
Stellaria holostea L.
Aconitum vulparia Rchb.
a A. rostratum Bernh. var. *tenuifolium*
Helleborus viridis L.
Arabis turrita L.
Fragaria vesca L.
Euphorbia amygdaloides L.
Euphorbia dulcis L.
Primula vulgaris Huds.
a Cyclamen europaeum L.
Vinca minor L.
Pulmonaria officinalis L.
a Salvia glutinosa L.
i Lamium orvala L.
L. luteum Krok.
Melittis melissophyllum L.
Calamintha vulgaris (L.) (= *Clinopodium vulgare* L.)
Veronica chamaedrys L.

Wo dieser Buchenwald aber verwüstet oder vernichtet wurde, hat sich ein undurchdringliches Dickicht von den aller Orten verbreiteten Sträuchern der mitteleuropäischen Flora ausgebreitet, in dem sich auch *Fraxinus ornus* L., *Ostrya carpinifolia* Scop. und *Prunus mahaleb* L. mit wilden Äpfel-, Birn- und Kirschbäumen sowie vielen Linden eingenistet haben.

Auf dem Gipfel des Hügels gibt es bessere Wiesen, die dem Rotbuchenwald abgerungen worden sind und zum Teil noch durch Ausrodung desselben erweitert werden. Ende Mai (1907) traf ich daselbst nur wenige blühende Pflanzen an, konnte aber aus der nachfolgenden Liste des Pflanzenbestandes doch entnehmen, daß hier eine Bergwiese der mitteleuropäischen Flora und keine Karstwiese entwickelt sei, in welcher auffälligerweise die kalkfeindliche *Arnica montana* L. und das Bürstengras (*Nardus stricta* L.) nicht selten waren. Das nahe Hochgebirge verriet sich durch das häufige Auftreten von *Trollius*

europaeus L. und *Thalictrum aquilegiifolium* L. an mehr humösen und feuchteren Stellen.

Bergwiesenformation auf dem Zenica-Hügel.

Nardus stricta L.
Bromus erectus L.
Anthoxanthum odoratum L.
Carex montana L.
Ornithogalum tenuifolium Guss.
Convallaria majalis L.
Orchis morio L.
O. maculatus L.
a *O. speciosus* Host
Platanthera bifolia Rchb.
Thesium bavarum Schrank
Anemone nemorosa L.
a *Trollius europaeus* L.
a *Thalictrum aquilegiifolium* L.
Sanguisorba minor Scop.
Potentilla erecta Hampe
Lotus corniculatus L.
Trifolium montanum L.
Genista germanica L.
G. tinctoria L.
Lathyrus montanus Bernh.
Polygala vulgaris L.
a *P. chamaebuxus* L.
a *P. chamaebuxus* L. var. *grandiflora* Gaud.
Euphorbia cyparissias L.
Eu. verrucosa L.
Helianthemum obscurum Pers.
Viola canina L.
Calluna vulgaris Hull
Salvia pratensis L.
Plantago lanceolata L.
P. media L.
Galium vernum Scop.
Knautia arvensis L.
Scabiosa columbaria L.
a *Arnica montana* L.
Antennaria dioica Gärtn.
Centaurea jacea L.
Leontodon hastilis L.
Hieracium pilosella L.

Mit den Resten des Buchenwaldes, dem noch die felsigen Stellen verblieben sind, steigt *Fraxinus ornus* L. bis auf die Spitze des Hügels, also bis 654 *m*, an.

Das nördliche Gehänge dieses Hügels, welches gegen Lubinje abfällt, schmücken schöne Rotbuchenwälder mit voralpinen Elementen, in welchem die illyrischen Vertreter verschwinden, hingegen Fichten, Tannen und Lärchen sich einstreuen. Auf mergeligen Sandsteinstellen tritt auch *Alnus alnobetula* C. Koch (= *A. viridis* DC.) häufig auf.

Ich konnte in dieser Rotbuchenformation folgende Pflanzen beobachten:

Oberholz:

Picea abies Karst.
Abies picea Bluff. Fing.
Populus tremula L.
Betula pendula Roth
Fagus silvatica L.
Acer platanoides L.

Unterholz:

Salix capraea L.
Crataegus monogyna Jacqu.
Rubus idaeus L.
R. hirtus W. K.
Rosa arvensis Huds.
Daphne mezereum L.
Vaccinium vidis idaea L.
Lonicera xylosteum L.

Niederwuchs:

Polypodium vulgare L.
Aspidium filix mas Sw.
Pteridium aquilinum Kuhn
a *Scolopendrium vulgare* Sm.
Milium effusum L.
Listera ovata R. Br.
Asarum europaeum L.
Stellaria holostea L.
Helleborus viridis L.
Actaea nigra Fl. Wett.
a *Aquilegia vulgaris* L.
a? *Anemone trifolia* L.
Ranunculus lanuginosus L.
a *Aconitum rostratum* Bernh. var. *tenuifolium*.
Dentaria enneaphyllos L.
Dentaria bulbifera L.
a *Saxifraga cuneifolia* L.
a *Aruncus silvester* Kost.
Lathyrus vernus L.
i *Vicia oroboides* Wulf.
V. dumetorum L.
Geranium phaeum L.
Mercurialis perennis L.
Euphorbia amygdaloides L.
Primula vulgaris Huds.
Vinca minor L.
Pulmonaria officinalis L.
Symphytum tuberosum L.
Lamium orvala L.
Asperula odorata L.
a *Prenanthes purpurea* L.

Es sei noch bemerkt, daß am westlichen Fuße dieses Hügels bei Modreja an feuchten Felsen, wie ich später auseinandersetzen werde, eine den Botanikern schon lange bekannte Örtlichkeit sich findet, in welcher sich noch viel zahlreichere Alpenpflanzen erhalten haben.

Es ergibt sich also, daß zwischen dem Isonzo und dem Unterlaufe der Bača bereits die mitteleuropäische Flora mit vielen Voralpen- und Alpenpflanzen dominiert und daß die illyrische Flora selbst an den günstigst gelegenen Gehängen nicht mehr zu einer Formationsbildung gelangt.

Ganz die gleiche Erscheinung zeigt auch die Vegetation der Tolmeiner Talweitung. Die Flora des mit Buschwerk und Wald besetzten sowie mit Felspartien versehenen isolierten Schloßberges, welcher sich nordwestlich von Tolmein aus der Isonzo-Ebene bis zu 428 *m* Seehöhe erhebt, bezeugt dies.

Von den charakteristischen Karstgehölzen ist wohl noch *Ostrya carpinifolia* Scop. auf der Sonnenseite reichlich vertreten, doch konnte ich *Fraxinus ornus* L. nur mehr einzeln beobachten.

Von mediterranen Pflanzen sah ich noch vereinzelt:

Andropogon gryllus L.
Ruscus aculeatus L.
Tamus communis L.
Eryngium amethystinum L.
Scrophularia canina L.
Cymbalaria muralis Baumg.

Hingegen zeigen sich schon reichlich mitteleuropäisch-alpine Arten, darunter einige recht zahlreich, so:

Sesleria coerulea Ard.
Salix grandifolia Ser.
Dianthus monspessulanus L. var. *Waldsteinii* (Sternb.)
Thalictrum aquilegiifolium L.
Aconitum rostratum Bernh.
Aquilegia vulgaris L.
Erica carnea L.
Salvia glutinosa L.
Petasites niveus Bmg.
Cirsium erisithales Scop.
Centaurea carniolica Host (= *C. vochinensis* Bernh.)
Leontodon incanus Schrank
Buphthalmum salicifolium L.

An illyrischen und mitteleuropäischen Arten konnte ich beobachten:

Gehölze:

Pinus nigra Arn. (gepflanzt)
P. strobus L. (gepflanzt)
Picea abies Karst. (*P. vulgaris* Link) (gepflanzt)

Abies alba Mill. (gepflanzt)
Juniperus communis L.
Salix capraea L.
Populus tremula L.
Corylus avellana L.
Carpinus betulus L.
Ostrya carpinifolia Scop.
Fagus silvatica L.
Quercus robur L.
Qu. sessilis Ehrh.
Berberis vulgaris L.
Sorbus aria L.
Crataegus monogyna Jacqu.
Pirus communis L.
Rosa arvensis Huds.
Rubus corylifolius Sm.
Prunus avium L.
P. spinosa L.
Euonymus europaeus L.
Eu. verrucosus Scop.
Acer campestre L.
Frangula alnus Mill.
Rhamnus cathartica L.
Daphne mezereum L.
Cornus sanguinea L.
C. mas L.
Ligustrum vulgare L.
Fraxinus excelsior L.
F. ornus L.
Lonicera xylosteum L.
Viburnum lantana L.

Schling- und Kletterpflanzen:

Polyonum dumetorum L.
Clematis vitalba L.
Lathyrus silvestris L.
Astragalus glycyphyllus L.
Vicia silvatica L.

Kräuter und Stauden:

Asplenium adiantum nigrum L.
A. trichomanes L.
A. ruta muraria L.
Polypodium vulgare L.
Pteridium aquilinum Kuhn
Andropogon ischaemum L.
Dactylis glomerata L.
Melica nutans L.
Sesleria auctumnalis Schultz
Koeleria cristata L.
Festuca heterophylla Lam.
Bromus erectus L.
Brachypodium silvaticum R. Sch.
Carex montana L.
Carex alba Scop.
Anthericum ramosum L.
Allium carinatum L.
Polygonatum officinale All.
Asparagus tenuifolius Lam.
Listera ovata R. Br.
Cephalanthera alba Simk.
Asarum europaeum L.
Silene nutans L. var. *livida*
Dianthus armeria L. var.
Hepatica nobilis Mill.
Anemone trifolia L.
Helleborus viridis L.
Clematis recta L.
Arabis turrita L.

Arabis hirsuta Scop.
Sedum telephium L.
Fragaria vesca L.
Cytisus nigricans L.
C. supinus L.
C. hirsutus L.
Genista tinctoria L.
G. germanica L.
Trifolium pratense L.
Medicago prostrata Jacqu.
Hippocrepis comosa L.
Lathyrus vernus Bernh.
Vicia sepium L.
Geranium sanguineum L.
G. Robertianum L.
Euphorbia amygdaloides L.
Eu. dulcis L.
Hypericum perforatum L.
H. montanum L.
Viola mirabilis L.
Helianthemum obscurum Pers.
Pimpinella magna L.
Primula vulgaris Huds.
Cyclamen europaeum L.
Vinca minor L.
Cynanchum hirundinaria Med. var.
Teucrium montanum L.
Glechoma hederacea L.
Melittis melissophyllum L. var. *alba*
Lamium galeobdolon Crantz
Satureia calamintha Scheele (= *Calamintha officinalis* Mich.)
S. rupestris Wulf.
Origanum vulgare L.
Thymus montanus W. K.
Melampyrum pratense Tausch
Orobanche gracilis Sm.
Globularia cordifolia L. var.
Galium aristatum L.
Scabiosa columbaria L.
Campanula trachelium L.
C. persicifolia L.
Phyteuma spicatum L.
Eupatorium cannabinum L.
Solidago virga aurea L.
Aster amellus L.
Inula vulgaris Trev. (= *I. conyza* DC.)
Chrysanthemum corymbosum L.
Carlina vulgaris L.
Cirsium lanceolatum Scop.
Serratula tinctoria L.
Centaurea scabiosa L. var.
Lactuca muralis L.
Hieracium silvaticum L.
H. racemosum W. K.

Gruppiert man die in dieser Vegetation vorhandenen Elemente der verschiedenen Floren, so entfallen auf die

mitteleuropäische Flora ..... 71·4%,
mitteleuropäisch-alpine Flora ..... 9·6%,
illyrische Flora ..... 14·6%,
mediterrane Flora ..... 4·4%.

Man ersieht aus der Vergleichung der Prozentsätze, wie rasch die illyrischen Elemente verschwinden. Am Monte Santo mit noch 26·5% der Gesamtartenzahl vertreten und in den Formationen tonangebend, sind sie hier schon auf 14·6% gesunken und spielen in der mitteleuropäischen Flora (81·1%) nur mehr eine relativ geringe Rolle. Zugleich ersieht man aber auch die Verminderung der mediterranen Arten.

Die ganze Bergkette des Kolovrat sowie die Berge auf der linken Talseite vom Mrzli vrh (1360 *m*) bis zur Kobilina glava (1451 *m*), welche aus Gesteinen der Kreideformation aufgebaut sind, zeigen denselben Charakter der Vegetation. Zerstückelte Wälder und Buschwerke, dazwischen und namentlich auf ihrem Rücken Wiesen, hinter denen die steinige Gipfelregion der julischen Hochalpen mit ihren jähen, aus weißem Dachsteinkalk aufgebauten Felsmauern des Krn (2246 *m*) und die Vorberge des Triglav (2864 *m*) in scharfen Farbenkontrasten emporsteigen.

Um die Zusammensetzung der Flora dieser Vorberge kennen zu lernen, besuchte ich den Kolovrat-Rücken und bestieg den ob seiner Aussicht bekannten Kouk oder Kuk (1243 *m*) von Woltschach aus, welcher Berg auch von Krašan[1] und Hofrat Ritter v. Tommasini seinerzeit besucht worden war.

Im unteren Teile des Berges, der gegen Woltschach abfällt, gibt es bis zirka 610 *m* Seehöhe nur Buschwerk und kümmerlichen Wald, in welchen folgende Gehölze beobachtet werden konnten:

Populus tremula L.
Juglans regia L. (verwildert)
Betula pendula Roth (= *B. verrucosa* Ehr.)
Corylus avellana L.
Castanea sativa Mill. (verwildert?)
Ostrya carpinifolia Scop.
Carpinus betulus L. (erst über 600 *m*)
Fagus silvatica L. (von 610 *m* angefangen)
Quercus sessilis Ehrh.

[1] Krašan, Eine Exkursion in die Gebirge von Tolmein und Karfreit, in Öst. bot. Zeitschr. (1867), 351 bis 352; auch in Öst. bot. Zeitschr. (1880), 319.

Ulmus scabra Mill. (= *U. montana* With.)
a *Rosa rubrifolia* Vill.
Sorbus aria L.
Crataegus monogyna Jacqu.
a *Cytisus alpinus* Mill.
C. hirsutus L.
Acer campestre L.
A. pseudoplatanus L.
Tilia platyphyllos Scop.
Cornus sanguinea L.
Calluna vulgaris Hull
Fraxinus excelsior L.
F. ornus L.

Unter diesen Gehölzen gedeihen:

Carex alba Scop.
C. sylvatica Huds.
m *Tamus communis* L. (über 713 *m*)
Orchis maculatus L.
Listera ovata R. Br.
Clematis vitalba L.
a? *Anemone trifolia* L.
a *Thalictrum aquilegiifolium* L.
Fragaria vesca L.
Vicia sepium L.
Geranium sanguineum L.
G. nodosum L.
a *Gentiana asclepiadea* L. (erst über 700 *m*)
Symphytum tuberosum L.
Pulmonaria officinalis L. var.
a *Salvia glutinosa* L.
Lamium orvala L.
Melittis melissophyllum L. var. *alba*
Verbascum Chaixii Vill.
a *Scrophularia Hoppei* Koch
Galium aristatum L.
Knautia drymeia Heuff. var. *tergestina* (Beck)
a *Senecio Fuchsii* Gm. (erst über 700 *m*)
a *Cirsium erisithales* Scop.
Centaurea stenolepis Kern.
Hieracium silvaticum L.

Da die Mehrzahl dieser Gewächse sich im Rotbuchenwalde vorfindet und zum großen Teile zu den Charakterpflanzen[1] desselben gehört, erkennt man in dieser Pflanzenvereinigung leicht die Reste des Rotbuchenwaldes, in welchen einige illyrische und alpine Pflanzen und der wahrscheinlich mediterrane *Tamus communis* L. der fast vierfachen Überzahl mitteleuropäischer Arten gegenüberstehen.

In den höher über 800 *m* gelegenen Buschwerken, in denen strauchige Rotbuchen mit *Sorbus aria* L., *(a) Rosa*

[1] Vergl. Beck, Veget. illyr. Länder, 333.

pendulina L., *Rubus idaeus* L., *Sambucus racemosa* L. sich vereinigen, herrscht viel *Calluna vulgaris* Hull vor, doch zeigen sich auch weitere Vertreter des Niederwuchses der Buchenformation, wie:

Luzula pilosa W.
Majanthemum bifolium DC.
Polygonatum multiflorum All.
Platanthera bifolia Rich. (nach Krašan)
Asarum europaeum L.
Dentaria enneaphyllos L.
Lathyrus vernus L.
Daphne mezereum L.
Vaccinium myrtillus L.
Adoxa moschatellina L.
Petasites albus Gärtn.
a *Homogyne silvestris* Cass.
a *Doronicum austriacum* Jacqu. (nach Krašan).

Auch die Bergwiesen, deren Vegetation an mehreren Stellen notiert wurde, zeigen überwiegend mitteleuropäische Arten. Es sind dies:

Anthoxanthum odoratum L.
Arrhenatherum elatius P. B.
Koeleria cristata Pers.
K. gracilis Pers.
Dactylis glomerata L.
Briza media L.
Festuca elatior L.
Bromus erectus L.
Brachypodium pinnatum P. B.
Carex montana L.
C. caryophyllea Latour. (= *C. verna* Chaix)
Colchicum autumnale L.
Ornithogalum pyrenaicum L. var. *flavescens* Lam.
Orchis ustulatus L.
a *O. globosus* L.
a *O. speciosus* Host
Thesium bavarum Schrank (= *Th. montanum* Ehrh.)
Rumex acetosa L.
Silene nutans L. var. *livida.*
Lychnis flos cuculi L.
Ranunculus bulbosus L.
R. acer L.
a *Thalictrum aquilegiifolium* L.
Filipendula hexapetala Gil.
Poterium sanguisorba L.
Potentilla silvestris Neck.
Genista germanica L.
Anthyllis vulneraria L.
Trifolium pratense L.
T. montanum L.
T. alpestre L.
Medicago lupulina L.
Dorycnium herbaceum Vill.

Hippocrepis comosa L.
Lotus corniculatus L.
Lathyrus silvestris L.
Linum catharticum L.
L. viscosum L.
Polygala vulgaris L.
Euphorbia verrucosa L.
Helianthemum obscurum Pers.
Viola canina L.
Carum carvi L.
Peucedanum oreoselinum L.
Cerefolium silvestre Bess.
Daucus carota L.
Primula vulgaris Huds.
Echium vulgare L.
Salvia pratensis L.
Stachys recta L.
Verbascum Chaixii Vill.
a *Alectorolophus angustifolius* Gmel.
Orobanche gracilis Sm.
O. caryophyllacea Sm.
Globularia Willkommii Nym.
Plantago lanceolata L.
P. media L.
Galium vernum Scop.
G. cruciatum Scop.
G. mollugo L.
a *G. austriacum* Jacqu.
Asperula cynanchica L.
Campanula glomerata L.
Antennaria dioica Gärtn.
a *Buphthalmum salicifolium* L.
a *Arnica montana* L.
Carlina acaulis L.
Cirsium pannonicum Gaud.
Carduus candicans W. K.
Centaurea scabiosa L. var.
Hypochoeris maculata L.
Tragopogon pratensis L.
Hieracium pilosella L.
H. auricula L.

In einer Seehöhe von etwa 700 *m* werden die Bergwiesen kurzgrasiger und nehmen neue Pflanzen in sich auf, von denen genannt seien:

a *Selaginella selaginoides* Link (nach Krašan)[1]
Luzula campestris DC.
Lilium martagon L.
Convallaria majalis L.
a *Tofieldia calyculata* Wahl.
a *Crocus vernus* L.
Orchis maculatus L.
Orchis sambucinus L.
a *Gymnadenia albida* Rich. (nach Krašan).
a *G. odoratissima* Rich.
a *Coeloglossum viride* Hartm.
a *Nigritella nigra* Rchb. (nach Krašan)
a *Polygonum viviparum* L.

[1] Nach Angaben Krašan's, von mir jedoch nicht beobachtet.

Anemone nemorosa L.
Ranunculus polyanthemus L.
a *R. platanifolius* L.[1]
a *Trollius europaeus* L.
a *Arabis Halleri* L.
a *Linum alpinum* L. var.
a *Hypericum quadrangulum* L.
Peucedanum oreoselinum L.
a *Vaccinium vitis idaea* L.
a *Gentiana verna* L.
a *Myosotis alpestris* Schmidt
a *Phyteuma Scheuchzeri* All. var. (nach Krašan)
a *P. Halleri* All. (nach Krašan)
a *Senecio crispatus* DC.

Es hat sich somit schon in dieser Seehöhe eine Umwandlung der Bergwiese in eine magere Voralpenwiese vollzogen, in der als einziger Vertreter der illyrischen Flora noch *Peucedanum oreoselinum* L. vorkommt.

Eine weitere Verkümmerung erfahren diese Voralpenwiesen am Kamme des Kouk. Die Gräser verschwinden bis auf *Anthoxantum odoratum* L.; alles wird niedrig und kümmert und zahlreiche Moose mengen sich in die Kräuterdecke. Wenige Arten, diese aber reichlich auftretend, bestimmen die Physiognomie. Aber man sieht neben typischen Wiesenpflanzen auch solche des Niederwuchses der Buchenformation hier ohne Beschattung durch Buschwerk in Menge gedeihen.

Es finden sich in den höchstgelegenen Wiesen nebst vielen vorher aufgezählten Arten:

a *Veratrum album* L. var. *Lobelianum*
Majanthemum bifolium DC.
a *Orchis speciosus* Host
a *O. globosus* L.
Anthyllis vulneraria L.
Alchemilla vulgaris L.
Hippocrepis comosa L.
Viola canina L.
Vaccinium myrtillus L.
a *Gentiana asclepiadea* L.
Globularia cordifolia L. var. *Plantago media* L.
a *Arnica montana* L.
a *Homogyne silvestris* Cass.
a *Buphthalmum salicifolium* L.
Hypochoeris maculata L.
a *Cirsium erisithales* Scop.
Hieracium pilosella L.
a *H. villosum* L.

[1] Krašan, l. c., gibt *R. aconitifolius* L. an, welche Art nicht vorkommt.

Noch viel reicher an alpinen Arten sind die hie und da anstehenden Felsen. Krašan[1] führt an, daß er an solchen Stellen schon in einer Seehöhe von 316 *m* manche alpine Pflanze, wie:

Salix grandifolia Ser.	*S. subcrenata* Vest
Saxifraga petraea L.	*S. tenella* Wulf.
S. cuneifolia L.	*Primula auricula* L.[2]

mit:

Polypodium vulgare L.	*Cerastium silvaticum* W. K. (wohl ?)
Rhamnus rupestris Scop.	

beobachtet habe. Auch erwähnt derselbe das Vorkommen von

Lilium bulbiferum L.	*Gentiana utriculosa* L.
Polygonum bistorta L.	*Satureja alpina* Scheele
Aconitum napellus L.	*Asperula aristata* L. f.
Chaerophyllum aureum L.	*Leontopodium alpinum* Cass.,

welche er auf den Kuppen des Kouk beobachtete, was die Tatsache, daß hier schon in geringer Höhe die Voralpenregion mit ihrer Wiesenformation einsetzt, noch weiter bekräftigt.[3]

Es zeigt sich also auf den Gehängen des Kolovrat, welche gegen die Tolmeiner Talweitung gegen E abfallen, daß selbst in den unteren Lagen die illyrischen Gewächse in den mitteleuropäischen Gehölzformationen nur mehr eingestreut sind, in den Wiesen aber eine ganz untergeordnete Rolle spielen, daß hingegen die voralpinen Pflanzen immer reichlicher auftreten und sich schon von etwa 700 *m* Seehöhe an derartig vermehren und mit alpinen Arten vermengen, daß die

[1] Krašan, in: Öst. bot. Zeitschr. (1867), 352.

[2] Krašan erwähnt a. a. O. auch *Cerastium alpinum* L. var. *glandulosum*, dessen Bestimmung wohl irrtümlich sein dürfte.

[3] Noch reicher an alpinen Elementen sind die Wiesen und Felspartien des Matajur (1641 *m*), dessen Flora Tommasini in: Flora, XXV, 2 (1842), 609 ff. ausführlich beschrieb.

Wiesen, welche weite Flächen und den Kamm bis zu 1243 *m* Seehöhe bedecken, ein voralpines Gepräge erlangen.

Dieses reichlichere Auftreten der voralpinen und Alpengewächse in relativ niedriger Lage ist nun im oberen Isonzo-Tale von St. Lucia angefangen eine allgemeine Erscheinung und offenbar bedingt durch die Nähe des Hochgebirges.

Wir wollen jedoch diesen Gewächsen später unsere Aufmerksamkeit zuwenden und die illyrischen Florenelemente im oberen Isonzo-Tale auf dem Wege von Tolmein nach Karfreit weiter verfolgen.

Nachdem die Zurückdrängung der illyrischen Gewächse an den Berggehängen bei Woltschach und auf dem Tolmeiner Schloßberge festgestellt worden war, ließ sich auch gleiches auf dem langgestreckten Rücken des Kolovrat und Matajur, welche Berge die rechtsseitigen, gegen NE geböschten Lehnen des Isonzo-Tales zwischen Tolmein und Karfreit bilden, voraussetzen. In der Tat reicht auch hier der Rotbuchenwald bis an die in der Talsohle laufende Reichsstraße herab und in seinem Schatten sowie auf den in demselben durchbrechenden Felsabstürzen zeigt sich eine große Anzahl voralpiner Gewächse am Fuße des Gehänges. Es können beobachtet werden:

Scolopendrium vulgare Sm.
Sesleria coerulea Ard.
Salix grandifolia Ser.
Cerastium sonticum G. Beck[1]
Moehringia muscosa L.
Epimedium alpinum L.
Saxifraga cuneifolia L.
Aruncus silvester Kost.
Spiraea ulmifolia Scop.
Cytisus alpinus L.
Rhamnus fallax Boiss.
Veronica latifolia L.
Valeriana montana L.
V. tripteris L.
Petasites niveus Baumg.
Cirsium erisithales Scop
Aster bellidiastrum L.
Buphthalmum salicifolium L.,

während an steinigen und schotterigen Stellen *Fraxinus ornus* L. und *Ostrya carpinifolia* Scop. nicht selten im

[1] Wird in der Öst. bot. Zeit. beschrieben werden.

gewöhnlichen mitteleuropäischen Buschwerk erscheinen. Die Mannaesche dürfte hier wohl bis 250 *m* Seehöhe reichen.

Am gegenüberliegenden Talhange des Isonzo sind hingegen illyrische Gewächse reichlicher vertreten, obwohl auch alpine Gewächse, wie z. B. *Geranium macrorrhizum* L., bis zur Talsohle reichen. Ein durch die Prügelholzgewinnung verwüstetes Buschwerk, in welchem die Hasel vorherrscht, reicht hier bei der Ortschaft Krn nach Tommasini[1] bis 790 *m* Seehöhe. *Quercus lanuginosa* Lam. sowie *Rhamnus rupestris* Wulf. mit *Geranium nodosum* L., *Peucedanum oreoselinum* L., *Stachys recta* L. finden sich als Niederwuchs in demselben und Tommasini gibt auch *Ferulago galbanifera* Koch in demselben an, welche Pflanze ich nirgends im Isonzo-Tale gesehen habe.

Die illyrischen Gewächse verdichten sich erneuert vor dem Defilé des Isonzo-Flusses bei Karfreit zu einer typischen Buschformation. Dies ist der Fall auf dem 309 *m* Seehöhe erreichenden Kalkhügel, welcher mit einer Kapelle des heiligen Antonius gekrönt ist, sowie auf dem gegenüber am linken Ufer des Isonzo gelegenen Hügel, die beide der südlichen Eingangspforte des genannten Defilés vorgelagert sind. Auch die warmen Gehänge des Starski vrh (1138 *m*) zwischen Karfreit und Staroselo, welche einige Weinrebenterrassen tragen, zeigen eine ähnliche Vegetation, die bis zu 500 *m* Seehöhe emporsteigt.

Eine ungemein reiche und üppige Flora besiedelt die genannten günstigen Standorte mit einer Buschwaldformation, die von wiesigen Plätzen und moosigen Felsen unterbrochen wird. Gegen den Isonzo lassen sonnige, steilere Felsabstürze nur ein zerstückeltes Pflanzenkleid zu. Die Zusammensetzung dieser Vegetation möge aus folgender Liste entnommen werden.

Gehölze:

i *Pinus nigra* Arn. (gepflanzt)
P. silvestris L. (gepflanzt)
a *Picea abies* Karst. (gepflanzt)

[1] Tommasini, Ausflug von Görz auf die Kernalpe, in Flora, XX, 1 (1837), 69.

a Salix grandifolia Ser.
Corylus avellana L.
Carpinus betulus L.
i Ostrya carpinifolia Scop.
Berberis vulgaris L.
Sorbus aria L.
Crataegus monogyna Jacqu.
Rosa arvensis Huds.
Rubus caesius L.
Prunus avium L.
Cytisus nigricans L.
i Coronilla emeroides Boiss.
Euonymus verrucosus L.
i Rhamnus saxatilis L.
i Rh. rupestris Scop.
Frangula alnus Mill.
Tilia platyphylla Scop.
Cornus sanguinea L.
a Erica carnea L.
Ligustrum vulgare L.
i Fraxinus ornus L.
Lonicera xylosteum L.
Viburnum lantana L.

Schlingpflanzen:

Clematis vitalba L.

Niederwuchs:

Pteridium aquilinum Kuhn
a Scolopendrium vulgare Sm.
Asplenium ruta muraria L.
m Ceterach officinarum W. (selten)
Bromus erectus L. var.
a Sesleria coerulea Ard.
Melica nutans L.
a Carex ornithopoda W.
i C. Halleriana Asso
im Ornithogalum tenuifolium Ard.
Listera ovata R. Br.
Asarum europaeum L.
Silene nutans L. var. *livida*
a Dianthus monspessulanus L.
a Melandrium rubrum Garcke.
a Moehringia muscosa L.
a Cerastium sonticum G. Beck
Clematis recta L.
i Helleborus viridis L.
a Aquilegia vulgaris L.
i Anemone trifolia L.
a Aconitum rostratum Bernh.
i Epimedium alpinum L.
a Arabis alpina L.
A. turrita L.
a Kernera saxatilis Rchb.
a Biscutella laevigata L.
a Erysimum silvestre Crantz
?i Alyssum gemonense L. (*A. petraeum* Ard.)
Sedum album L.
i S. glaucum W. K.
a Saxifraga petraea L.
a S. cuneifolia L.
a S. Hostii Tausch
Fragaria vesca L.

Geum urbanum L.
i Cytisus purpureus Scop.
Genista tinctoria L.
Anthyllis vulneraria L. var.
i Hippocrepis comosa L.
Lathyrus vernus Bernh.
Geranium Robertianum L.
a Athamanta rupestris Rchb.
Peucedanum cervaria L.
Primula vulgaris Huds.
Vinca minor L.
Vincetoxicum hirundinaria Med.
Pulmonaria officinalis L.
Myosotis silvatica Hoffm.
a Salvia glutinosa L.
i Satureia montana L.
Teucrium montanum L.
T. chamaedrys L.
Lamium luteum Krock.
a Calamintha alpina L.
Scrophularia Hoppii Koch
a Verbascum nigrum L.
a Veronica latifolia L.
V. chamaedrys L.
Melampyrum nemorosum L.
m Cymbalaria muralis Baumg.
Orobanche caryophyllacea Sm.
i Globularia cordifolia L.
Galium mollugo L.
G. vernum Scop.
m G. purpureum L.
a G. lucidum All.
i Asperula taurina L.
A. tinctoria L.
a Valeriana saxatilis L.
V. angustifolia Tausch
a Campanula linifolia Scop.
a Aster bellidiastrum L.
a Petasites niveus Baumg.
a Buphthalmum salicifolium L.
a Senecio Fuchsii Gmel.
a S. crispatus DC.
i Centaurea variegata Lam. (*C. axillaris* W.)
a Hieracium porrifolium L.
H. silvaticum L. var.
a H. saxatile All.
a Cirsium erisithales Scop.

In diesem interessanten Pflanzengemische, von dem

2·83% der mediterranen,
19·81 der illyrischen,
44·34 der mitteleuropäischen (im engeren Sinne),
33·02 der mitteleuropäisch-alpinen

Flora zufallen, zeigen sich demnach die wärmeliebenden Gewächse mit fast 22·64 der mitteleuropäischen Flora mit 77·36 der Arten gegenübergestellt. Im Vergleiche zur Vegetation des Tolmeiner Schloßberges, wo die wärmeliebenden mediterranen und illyrischen Gewächse mit 19·0% der mitteleuropäischen

Flora mit 81% der Gesamtartenzahl gegenüberstehen, zeigen sie hier an ausnehmend günstig gelegener Stelle eine Zunahme von 3·6%, welche freilich der örtlichen Vermehrung der illyrischen Gewächse mit 5·2% zuzuschreiben ist.

Diese interessante Zusammensetzung der Vegetation wurde sowohl von Karfreit gegen Bergogna zu als auch ins Isonzo-Defilé gegen Flitsch verfolgt. Sie ist auch im obersten Natisone-Tal von Robić abwärts ausgebildet. In diesem Tale wird auch schon erträgnisreicher Weinbau betrieben, während die Weinrebe selbst zwischen Karfreit und Bergogna schon in Borjana dolenja bei 480 *m* Seehöhe ihr Ende findet und nur mehr in Lauben an Häusern gezogen wird.

Hier im Flußgebiete des Natisone sah ich *Fraxinus ornus* L. noch bei Bergogna in einer Seehöhe von 520 *mm*, *Ostrya carpinifolia* Scop. noch nächst Sedlo bei 486 *m*, beide jedoch mehr vereinzelt. Es konnte auch hier die Verringerung der illyrischen Gewächse mit zunehmender Höhe festgestellt werden. Erst unter 300 *m* Seehöhe stellen sich die illyrischen Gewächse in größerer Menge ein.

Ähnliches ist auch im Defilé des Isonzo von Karfreit bis Serpenica zu beobachten. Rotbuchenwälder mit zahlreichen Voralpen- und Alpenpflanzen halten hier das Gehänge, insofern es nicht aus steilen Felsmassen besteht, besetzt. Die Karstgehölze sind in dieser Formation eingemengt, reichlicher an den warmen, steinigen Abhängen, insbesondere am linken Ufer des Isonzo. Ich konnte bis Serpenica auf Felsen und felsigen Stellen unter zahlreichen Alpenpflanzen Mannaeschen und Hopfenbuchen zerstreut beobachten. Auch sah ich *Satureja montana* L. und auf Kalkfelsen ist *Cytisus purpureus* Scop. nirgends selten.

Um den Höhenanstieg der wichtigeren illyrischen Gewächse kennen zu lernen, stieg ich von Serpenica auf den Stol (1667 *m*). Hier fand ich am Nordosthange:

Ostrya carpinifolia Scop.	bis 767 *m*	Seehöhe,
Fraxinus ornus L.	» 835 *m*	»
Peucedanum oreoselinum L.	» 873 *m*	»
Lamium orvala L.	» 921 *m*	»

ansteigend und bei 950 *m* sind wohl alle Karstpflanzen verschwunden. *Cytisus purpureus* Scop. sah ich hingegen auf der Südseite des Stol noch bei 1060 *m* Seehöhe. Es zeigt sich also ein auffälliger Gegensatz im Aufstiege der illyrischen Pflanzen zwischen der Süd- und Nordseite des Stol, den ich mir nur durch die völlige Vernichtung des Baum- und Strauchwuchses auf der Südseite des Stol, welcher von Bergogna (558 *m*) bis zu seiner Spitze (1667 *m*) nur Wiesen trägt, erklären kann.

Verfolgen wir nun die illyrischen Gewächse in der Talweitung von Flitsch. Da das enge Defilé des Isonzo zwischen Karfreit und Serpenica von Vegetationsformationen besetzt ist, in welchen, wie ich später ausführen werde, die mitteleuropäischen, insbesondere voralpinen und alpinen Gewächse vorherrschen und dem Pflanzenwuchs ein voralpines Gepräge verleihen, wäre man zur Annahme geneigt, daß die illyrischen Pflanzen hier vor den sich auftürmenden Hochgipfeln der Julischen Alpen haltmachen. Dies ist aber nicht der Fall. Die illyrischen Gewächse erscheinen nach der etwa 10 *km* breiten, der Voralpenregion zuzurechnenden Unterbrechung nochmals in ähnlicher Weise an den Abhängen des Talkessels von Flitsch, im Koritnica-Tale bis zum Predilpaß und im obersten Isonzo-Tal über Soča hinaus. Nur der eigentliche Talboden von Flitsch, den prächtige Felder und üppige Wiesen zieren, ist frei von denselben. Getreidebau reicht hier nach Stur[1] bis 632 *m* Seehöhe, dürfte aber sicherlich an den südöstlichen Gehängen des Canin bis 895 *m* möglich sein, da ich in dieser Höhe noch schöne Nuß- und Kirschbäume antraf. Weinreben werden auch in Flitsch noch an Spalieren gezogen.

Die üppigen Talwiesen, deren Bestandteile ich nachfolgend aufzähle, zeigen fast durchaus Vertreter der mitteleuropäischen Flora. Nur

Alectorolophus Freynii Stern. | *Cirsium pannonicum* Gaud.
Peucedanum oreoselinum L.

[1] Stur, Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Pflanzen, in diesen Sitzungsberichten, XXV (1837), 383.

und

Silene nutans L. f. *livida*

weisen auf die illyrische Flora. Diese Talwiesen gehen auf den Hügeln und sanften Geländen um Flitsch allmählich in schöne Bergwiesen über, deren Bestandteile ich ebenfalls mitteile.

Talwiesen um Flitsch.

Dactylis glomerata L.
Arrhenatherum elatius P. B.
Anthoxanthum odoratum L.
Avenastrum pubescens Jess.
Holcus mollis L.
Bromus erectus L.
B. hordeaceus L.
Orchis ustulatus L.
O. militaris L.
Rumex acetosa L.
Silene venosa Asch.
Silene nutans L. f. *livida.*
Lychnis flos cuculi L.
Cerastium brachypetalum Desp.
Ranunculus acer L.
Trifolium montanum L.
T. pratense L.
Lotus corniculatus L.
Anthyllis vulneraria L.
Medicago lupulina L.
a *Hippocrepis comosa* L.
Polygala vulgaris L.
Carum carvi L.
Daucus carota L.
Cerefolium silvestre Bess.
Myosotis silvatica Hoffm.
Salvia pratensis L.
Ajuga genevensis L.
Alectorolophus minor Wim. Grab.
a *A. angustifolius* Meynh.
A. Freynii Stern.
Orobanche lutea Wallr.
Plantago lanceolata L.
Knautia arvensis Coult.
Scabiosa columbaria L.
Campanula glomerata L.
a *Petasites niveus* Baumg.
Tragopogon pratensis L.
Centaurea jacea L.
C. scabiosa L. var.
Crepis biennis L.

Bergwiesen um Flitsch.

Briza media L.
Anthoxanthum odoratum L.
Koeleria gracilis Pers.
Bromus erectus L. var. *puberulus.*
Carex pallescens L.
Orchis morio L.

Orchis ustulatus L.
O. militaris L.
O. tridentatus Scop.
Gymnadenia conopea R. Br.
a *G. odoratissima* A. Rich. (selten)
Listera ovata R. Br.
Rumex acetosa L.
Cerastium ciliatum W. K.
a *Gypsophila repens* L.
Aquilegia vulgaris L.
a *Ranunculus montanus* W. var. *gracilis* (in höherer Lage)
a *Biscutella laevigata* L.
a *Arabis alpestris* Schleich. (in höherer Lage)
Parnassia palustris L.
Alchemilla vulgaris L.
Sanguisorba minor Scop.
Trifolium montanum L.
T. campestre Schreb.
Anthyllis vulneraria L.
Hippocrepis comosa L.
Ononis spinosa L.
Linum catharticum L.
Polygala vulgaris L.
Euphorbia cyparissias L.
Helianthemum obscurum Pers.
Peucedanum oreoselinum L.
Primula Columnae Ten.
Gentiana verna L.
G. utriculosa L.
Myosotis silvatica Hoffm.
Salvia pratensis L.
Thymus chamaedrys Fries
a *Calamintha alpina* Lam.
Stachys betonica Benth.
a *S. alopecurus* Benth. (in höheren Lagen)
a *Alectorolophus angustifolius* Gm.
Orobanche gracilis Sm.
O. caryophyllacea Sm.
O. lutea Baumg.
Globularia cordifolia L.
Plantago lanceolata L.
P. media L.
Galium vernum Scop.
a *G. anisophyllum* Vill. (in höheren Lagen)
Phyteuma orbiculare L.
Inula salicina L.
Antennaria dioica Gärtn.
a *Arnica montana* L.
Cirsium pannonicum Gaud.
Hypochoeris maculata L.
Leontodon hastilis L.
a *Crepis incarnata* Tausch
Hieracium pilosella L.

Diese Bergwiesen, in denen einige illyrische Elemente, wie:

Orchis tridentatus Scop.
Peucedanum oreoselinum L.
Primula Columnae Ten.
Gentiana utriculosa L. (ob illyrisch?)
Cirsium pannonicum Gaud.

und die illyrisch-montane *Globularia cordifolia* L. mit zahlreicheren Alpinen (*a*) zusammentreffen, reichen am SE-Hange des Monte Canin und Prestreljenik bis 950 *m* Seehöhe hinauf.

An steinigen und felsigen Stellen, die von der Sonne erwärmt werden, ist sogar *Carex humilis* Leyss. mit *Satureja montana* L. recht häufig und dort sah ich auch noch *Galium purpureum* L. Diese drei Pflanzen fanden sich in Gesellschaft von:

Carex montana L.
Gypsophila repens L.
Aethionema saxatile R. Br.
Kernera saxatilis Rchb.
Hippocrepis comosa L.
Fumana vulgaris Spach
Athamanta rupestris Rchb.
Satureja alpina Scheele
Teucrium montanum L.
Vincetoxicum hirundinaria Med.
Campanula linifolia Scop.
Asperula aristata L. fil.
Centaurea rupestris L.

Die bis 4 *m* hohen Buschwerke, in welchen im Flitscher Talbecken noch Karstgehölze vorkommen, sind meist durch Grasplätze und steinige Stellen zerstückelt. Sie reichen an den südlichen und südöstlichen Berglehnen bis 900 *m* Seehöhe, um dann von Rotbuchenwäldern abgelöst zu werden. Die Hopfenbuche und die Mannaesche sind an manchen Stellen in denselben nicht selten, aber nur äußerst wenige illyrische Stauden können nebenbei im Niederwuchse derselben beobachtet werden. Nachfolgend deren Zusammensetzung.

Buschwerke im Flitscher Talbecken.

Gehölze:

Juniperus communis L.
Salix capraea L.
Corylus avellana L.
Ostrya carpinifolia Scop.
Ulmus scabra Mill.
Berberis vulgaris L.
Sorbus aria L.
Crataegus monogyna Jacqu.
Prunus avium L.
P. spinosa L.
a *Rosa rubrifolia* Vill.
Cytisus nigricans L.
C. Alschingeri Vis.
Euonymus europaeus L.
Acer campestre L.
Rhamnus cathartica L.

Cornus sanguinea L.
C. mas L.
Ligustrum vulgare L.
Fraxinus ornus L.
Viburnum lantana L.
Sambucus nigra L.

Schling- und Kletterpflanzen:

Clematis vitalba L.
C. recta L.
Rubus caesius L.
a *Rubus saxatilis* L.
Astragalus glycyphyllus L.

Niederwuchs:

Asplenium trichomanes L.
A. ruta muraria L.
Pteridium aquilinum Kuhn
Athyrium filix femina Roth
Phegopteris polypodioides Fée
a *Selaginella helvetica* Link
Melica nutans L.
Bromus erectus L.
Brachypodium pinnatum P. B.
Carex digitata L.
Polygonatum multiflorum All.
Listera ovata R. Br.
Asarum europaeum L.
Silene nutans L. var. *livida*
Hepatica nobilis Schreb.
a *Thalictrum minus* L.
a *Aquilegia atrata* Koch.
a *Helleborus niger* L. var. *macranthus.*
H. viridis L.
a *Aconitum vulparia* Rchb.
Arabis turrita L.
a *Saxifraga cuneifolia* L.
a *Aruncus silvester* Kost.
Cytisus supinus L.
Lotus corniculatus L.
Trifolium flexuosum Jacqu.
Lathyrus vernus Bernh.
Geranium Robertianum L.
a *Polygala chamaebuxus* L.
Aegopodium podagraria L.
Seseli libanotis Koch (= *Libanotis montana* Crantz)
Peucedanum oreoselinum L.
Vinca minor L.
Vincetoxicum hirundinaria Med.
Myosotis silvatica Hoffm.
Symphytum tuberosum L.
Salvia pratensis L.
a *S. glutinosa* L.
Lamium orvala L.
L. galeobdolon Crantz
Melittis melissophyllum L.
Calamintha clinopodium Benth.
Stachys betonica Benth.
Ajuga genevensis L.

a Veronica latifolia L.	*a Buphthalmum salicifolium* L.
V. teucrium L.	*Lapsana communis* L.
Digitalis ambigua L.	*Aposeris foetida* Less.
Galium verum L.	*Hieracium silvaticum* L.
Campanula urticifolia L.	

In dieser Buschformation stehen somit die illyrischen Pflanzen mit 12·5% den mitteleuropäischen Gewächsen mit 87·5% (darunter alpine 16·2%) gegenüber. Die wärmeliebenden Gewächse haben sich demnach im Vergleiche zu den um Karfreit in den Buschwerken vorkommenden um weitere 10·14% vermindert.

Buschwerke mit der eben geschilderten Zusammensetzung kann man stellenweise von Saga bis zur Flitscher Klause, auch von Flitsch gegen Soča verfolgen. Sie werden mit zunehmender Höhe und der Annäherung an das Hochgebirge ärmer an illyrischen Gewächsen und gehen in die Formationen der mitteleuropäischen, respektive alpinen Flora über.

Wo die illyrischen Gewächse im obersten Isonzo-Tale ihr Ende nehmen, konnte ich leider ob der wiederholten Ungunst der Witterung nicht verfolgen, wohl aber suchte ich deren letzte Stationen durch das Koritnica-Tal und die Flitscher Klause gegen den Predilpaß aufzuklären. An der großen Schlinge der Predilstraße gleich unter Oberbreth ist *Fraxinus ornus* L. noch reichlich vertreten und auch *Ostrya carpinifolia* Scop. findet sich hier noch zerstreut vor, während zahlreiche Exemplare von *Cytisus purpureus* Scop. auf Felsen ihre schönen Blumen entfalten. Die Mannaesche konnte ich einzeln noch nächst Oberbreth bei 950 *m* Seehöhe feststellen; Krašan[1] erwähnt, daß sie dort an den sonnigsten Felsen bis 700 *m* reiche, später aber bemerkt derselbe,[2] die letzten Sträucher der Mannaesche am Ursprunge des Koritnica-Tales und am S-Abhange des Predilpasses noch bei 1000 *m* Seehöhe beobachtet zu haben. Die Hopfenbuche sah ich vereinzelt mit Rotföhren und Birken gleich unter Oberbreth bei

[1] Krašan, Die Erdwärme als pflanzengeogr. Faktor, in Engler's Botan. Jahrb., II (1881), 239.

[2] Krašan in Abh. Naturw. Ver. Steierm. (1904), 59.

900 *m*; nach Krašan[1] hingegen reicht sie nur bis 700 *m* hinan.

Die beiden Karstgehölze überschreiten also an dieser Stelle selbst die untere Grenze der Legföhre (*Pinus mughus* Scop.), welche hier mit *Rhododen dron hirsutum* L. und zahlreichen Alpenpflanzen einzeln bis zur Vereinigung der Modenca und Koritnica (ober der Flitscher Klause) zu verfolgen ist. Reichliches Krummholz reicht aber nach Krašan[2] auf der Südseite des Predil bis 1050 *m* Seehöhe herab.

Auf der Höhe des Predilpasses, auf welcher die Straße in der Einsenkung zwischen dem Predilkopf (1626 *m*) und dem Zollenkopf (1582 *m*) die Paßhöhe von 1162 *m* erreicht, ist keine Spur einer illyrischen Pflanze zu beobachten und auch auf dem rechtseitigen Gehänge des Raibler Tales, das ausgedehnte Krummholzbestände, voralpine Buschwälder und tiefer unten Rotbuchen- und Fichtenwälder bedecken, fehlen sie. Sie treten erst unterhalb Raibl an der sogenannten Vitriolwand am östlichen Abhange des Königsberges wieder auf. Nach Krašan[3] reicht hier die Hopfenbuche nicht nur in kleinen, unansehnlichen Büschen, sondern auch in reichlich fruchtender Baumform von 900 bis 1100 *m* hinauf[4] und in ihrer Gesellschaft sah ich neben zahlreichen Alpengewächsen auch

Cytisus purpureus Scop.	*Coronilla vaginalis* Lam.
Genista radiata Scop.	*Euonymus verrucosus* L.

mitten in der höheren Voralpenregion, während gleich nebenan Alpensträucher, an der gegenüberliegenden Talseite auch Legföhren zu typischen Formationen zusammenschließen. Dieser isolierte Standort der Hopfenbuche, der ebenfalls keine weitere

---

[1] Krašan, a. a. O., p. 239.

[2] Krašan in Engler's Botan. Jahrb., II (1881), 239.

[3] Krašan, Die Erdwärme als pflanzengeogr. Faktor, in Engler's Botan. Jahrb., II (1881), 236, 239.

[4] Noch höher steigt die Hopfenbuche nach Jabornegg, in Pacher, Fl. Kärnt., II (1882), p. 11, bei Laas zwischen Kötschach und Ober-Drauburg, wo sie 1280 *m* Seehöhe erreicht.

Verbindung mit dem tiefer in der Schlitza-Schlucht bei Tarvis liegenden zeigt, ist der nächstliegende diesseits der Raibler Alpen. Er beweist aber, daß auch über den Predilpaß seinerzeit eine Wanderstraße der illyrischen Pflanzen nach Kärnten bestand, wie ich es bereits in meinem Vortrage: »Über die Bedeutung der Karstflora in der Entwicklung der Flora der Ostalpen«[1] kurz mitgeteilt habe.

Überall besitzen die in der Voralpenregion der Alpen zerstreuten Standorte der illyrischen Gewächse[2] den Charakter von dezimierten Relikten, die sich nur an sehr warmen, sonnigen Kalkfelsen inmitten der mitteleuropäischen Vegetation erhalten konnten. Ich habe vorhin die allmähliche Verringerung der illyrischen Pflanzen nach Artenzahl und in ihrer Menge vom unteren Isonzo-Tale bis zum Predilpasse nachweisen können. Dasselbe findet, wie ich in einer weiteren Abhandlung darlegen werde, auch im Save-Tal von Laibach bis Wurzen und gegen Tarvis zu statt, während in Kärnten die zerstreut, insbesondere im ganzen Gail-Tale und im Drau-Tale bis Nikolsdorf in Tirol sich vorfindenden Standorte der Mannaesche und der Hopfenbuche mit ihrer Begleitung streng lokalisiert sind, derzeit gar keinen Zusammenhang mehr erweisen lassen und in eminenter Weise ihre Erhaltung warmem, von der Überflutung mitteleuropäischer Gehölze geschütztem Kalkgesteine verdanken.

Würden diese in das Alpeninnere vorgeschobenen Standorte illyrischer Pflanzen erst einem nach der letzten Eiszeit stattgefundenen Vorstoße der illyrischen Flora ihren Ursprung verdanken, so müßten, da sich ja das Klima seither für die Wärme und Trockenheit liebenden illyrischen Pflanzen günstiger gestaltet hat, sowohl die Verbindungsbrücken derselben mit dem geschlossenen Ursprungsareale als auch die aus anderen Arten bestehenden Nachschübe im Vorstoße erkenntlich sein, was nirgends, selbst nicht im Isonzo- und Save-Tale, nachzuweisen ist.

[1] Result. scient. du congrés internat. de botanique, Wien 1905, p. 174.

[2] Ich habe dieselben der Mehrzahl nach selbst in den Jahren 1903 bis 1907 besucht.

Das am Predil und im Schlitza-Tale, aber auch anderwärts zu beobachtende Zusammenvorkommen der Hopfenbuche, Mannaesche und anderer illyrischer Gewächse mit den Sträuchern der Krummholzformation, insbesondere mit der Legföhre (*Pinus mughus* Scop.), den Alpenrosen (*Rhododendron hirsutum* L., *Rhodothamnus chamaecistus* Rchb.) und alpinen Weiden (*Salix grandifolia* Ser., *S. glabra* L., *S. Jacquiniana* W.,[1] *S. arbuscula* L. und anderen Sträuchern der Krummholzregion, wie:

Rosa pendulina L.
Rhamnus fallax Boiss.
Erica carnea L.
Lonicera alpigena L.
L. coerulea L.,

zwischen denen sich zahlreiche Alpenstauden einmengen, läßt auch andere Schlüsse für die Geschichte der Vegetation in den südlichen Ostalpen zu.

Man kann vor allem wahrnehmen, daß an den genannten Örtlichkeiten die Voralpen- und Alpenpflanzen stets die Überhand in der Vegetation besitzen und, wo es die Bodenverhältnisse gestatten, zur Bildung geschlossener Pflanzenformationen geschritten sind. Wo sich neue Besiedlungsstätten eröffneten und gegenwärtig bilden, werden sie von diesen Gewächsen im Vereine mit einer mehr minder großen Schar mitteleuropäischer Gewächse des Berg- und Tieflandes rasch besetzt. Daß sich an solchen Neubesiedlungen die illyrischen Gewächse in auffälliger Weise betätigen, konnte ich nirgends beobachten. Zwar sah ich vielfach besonders an steinigen Stellen mit unterbrochener Vegetationsdecke und im Felsschutt einen Nachwuchs der Karstgehölze und der illyrischen Stauden; derselbe genügt aber wohl nur, um dieselben eben noch an der Besiedlungsstätte zu erhalten. An Stellen, wo sich die waldbildenden

[1] Schon von Krašan in Engler's Bot. Jahrb., II (1881), 236, angegeben. Krašan bemerkt an dieser Stelle auch, daß *Ostrya* unter den Galmeigruben des Königsberges bei Raibl über einer aus wirklichen Alpinen bestehenden Vegetation vorkomme, was insofern nicht zutreffend ist, als sich die Hopfenbuche hier inmitten der alpinen Flora vorfindet.

Elemente der Voralpen günstig entwickeln und ihre Bestände schließen, da ist eine Verkümmerung der illyrischen Gehölze deutlich wahrzunehmen.

Das beweist, daß die gegenwärtigen klimatischen Verhältnisse innerhalb der Alpen nur dem Gedeihen der in den Alpen einheimischen Vegetation günstig sind, nicht aber der illyrischen Flora zuträglich erscheinen.

Die in der Gegenwart inselförmig zerstreuten Standorte illyrischer Pflanzen innerhalb der Alpenkette geben uns sicher ein beiläufiges Bild des Verbreitungsgebietes der illyrischen Flora während der letzten (Riss-Würm-) Interglazialzeit. Da in dieser nach Penk die Schneegrenze um 300 bis 400 *m* höher als gegenwärtig, also etwa bei 3000 *m* lag, somit von den Gipfeln der Julischen Alpen, die sich gegenwärtig im Triglav nur bis 2864 *m* erheben, gar nicht erreicht wurde und mit ihr auch alle Vegetationslinien bedeutend gehoben waren, konnte der Predilpaß einen bequemen Übergang und eine gute Verbindungsbrücke der illyrischen Flora vom Küstenlande (Isonzo-Tale) nach Kärnten herstellen. Man kann gewiß ohne Widerspruch annehmen, daß zu dieser Zeit das geschlossene Areal der illyrischen Flora durch das Isonzo-Tal über den Predilpaß nach Tarvis reichte und sich hier einerseits mit jenem des Fella- und Canal-Tales vereinigte, andrerseits mit jenem des Save-Tales zusammenstieß und auf diese Weise den Mangart- und Triglavstock völlig umgürtete. Von Tarvis aus reichte das geschlossene Gebiet der illyrischen Flora, wie ich in einer späteren Abhandlung über die illyrische Flora in Kärnten näher darlegen werde, im Gail-Tale bis Mauthen und Kötschach und drang über die Pässe der Gailtaler Alpen (Kreuzberg bei Weißbriach [1096 *m*], Gailbergsattel zwischen Kötschach und Oberdrauburg [970 *m*]) in das obere Drau-Tal vor, um dort bei Nikolsdorf in Tirol die vorgeschobensten Stationen gegen Westen zu erreichen. Im Drau-Tale von Möllbrücken bis gegen Villach scheinen die illyrischen Gewächse derzeit völlig zu fehlen, während sie im übrigen Kärnten nördlich noch bis St. Johann am Brückl zu verfolgen sind.

In dem derzeitigen Verhalten der illyrischen Flora in Kärnten, Krain und im Küstenlande spiegelt sich der Einfluß der letzten Eiszeit. Sie brachte bekanntlich den Julischen Alpen keine starke Vergletscherung. Die Schneegrenze, welche jetzt in den Julischen Alpen bei 2600 *m* erreicht wird, lag zur Zeit der stärksten Vergletscherung bei 1300 bis 1400 *m* und in der letzten Eiszeit nach Brückner bei 1400 bis 1500 *m*. Da nun die Baumgrenze am Südhange des Triglav nach meinen Messungen im Mittel bei 1790 *m* und am gleichen Hange des Mangart bei 1750 *m* verläuft, so ergibt sich für die untere Höhengrenze der waldlosen Region auch zur Zeit der stärksten Vergletscherung am Triglav die Kote 490 *m*, am Mangart 450 *m* in günstigster Lage und in der letzten Eiszeit am Triglav die Höhenkote von 590 bis 690 *m* und am Mangart von 550 bis 650 *m*. Demnach war eine Waldvegetation und nach obigen Ausführungen auch ein Gedeihen der illyrischen Gehölze im Isonzo-Tale mit Ausnahme des Talbodens, der in seinem oberen Teile bis St. Lucia von einer Gletscherzunge erfüllt war, bis über Flitsch (derzeit 485 *m*) hinaus möglich und sicherlich standen die Gehölze nicht weit von den Moränen der aus den Julischen Alpen herabreichenden Gletscherzungen.

Die gekrönte Preisschrift von Penck und Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter (Leipzig, 1901), gibt leider noch keine genaueren Angaben über die Vergletscherung der Julischen Alpen. Prof. Dr. E. Brückner hatte jedoch die Güte mir kartographisch mitzuteilen, daß die Gletscher des Isonzo-Tales bis St. Lucia, jene des Save-Tales durch die Wochein und über Veldes bis Radmannsdorf sich vorschoben. Weiter ostwärts fehlte eine Vergletscherung in den Alpen.

Es ist nun sehr charakteristisch, daß die illyrische Flora in den Julischen Alpen gegenwärtig in geschlossenen Formationen nur bis zu den Endmoränen und Endigungen der früheren eiszeitlichen Gletscher verbreitet ist, darüber hinaus aber zerstückelt ist und nur an sehr günstig gelegenen beschränkten Örtlichkeiten als dezimierte Relikte anzutreffen ist.

Auch das spricht unwiderleglich für die Ausbreitung derselben in der letzten Interglazialzeit und deren Zerstörung in höheren Lagen durch die Würm-Eiszeit und für eine Einwanderung derselben in der postglazialen Zeit, wie Scharfetter,[1] der Ansicht Kerner's[2] folgend, anzunehmen geneigt ist, nur dann, wenn die Würm-Eiszeit nicht die letzte gewesen ist.

Das häufige Zusammenleben der illyrischen Pflanzen mit der Legföhre und anderen Alpensträuchern läßt auch die Annahme zu, daß die illyrischen Gewächse eben in dieser Gesellschaft an jenen Orten, wo sie sich innerhalb der Alpen vorfinden, oder in deren Nähe auch die letzte Eiszeit überdauerten. Die Hopfenbuche, die ja auch derzeit noch bis 1100 *m* und selbst in Kärnten noch bis 1280 *m* Seehöhe ansteigt,[3] war gewiß hiezu befähigt und in Kärnten war in dieser Glazialperiode trotz der großen Talgletscher für Voralpenpflanzen besiedlungsfähiges Land in genügendem Ausmaße vorhanden. In der postglazialen Epoche haben sich freilich die Voralpen- und Alpenpflanzen an manchem dieser Standorte mangels der nötigen Feuchtigkeit nicht erhalten können und sind ausgestorben, so daß wir die Verbindung der illyrischen Gewächse mit denselben nur mehr in felsigen, engen Tälern und in den Klammen, wie z. B. im Raibler Tale, in der Schlitza-Schlucht bei Tarvis, in der Garnitzen- und Valentin-Klamm, bei Maria Graben und im Osselitzen-Graben bei Tröppolach im Gail-Tale, am rechten Drauufer bei der Eisenbahnstation Nikolsdorf in Tirol und anderen Orten vorfinden. Den an ein wärmeres und trockeneres Klima gewöhnten illyrischen Pflanzen konnte hingegen die Erwärmung des Klimas in der postglazialen Zeit und die zunehmende Trockenheit in derselben nur willkommen und für ihre Ausbreitung förderlich sein. Daß letzteres dennoch nicht zutraf,

---

[1] Dr. R. Scharfetter, Beiträge zur Geschichte der Pflanzendecke Kärntens seit der Eiszeit. XXXVII. Jahresber. des k. k. Staatsgymn. Villach (1906); Die Verbreitung der Alpenpflanzen Kärntens, in Öst. bot. Zeitschr., LVII (1907), 297.

[2] A. v. Kerner, Studien über die Flora der Diluvialzeit in den östlichen Alpen. Diese Sitzungsberichte, XCVII (1888), 9 bis 11.

[3] Im Velebitgebirge konnte ich die Hopfenbuche bis gegen 1200 *m*, in der Hercegovina bis gegen 1400 *m* Seehöhe verfolgen. Vergl. Beck, Veget.-Verh. der illyr. Länder, p. 201, 289, 296.

beweist nur, daß auch noch in der Gegenwart die Lebensbedingungen für die illyrischen Pflanzen innerhalb der Alpen keineswegs günstig sind.

Stur[1] hält die Linie »Quelle des Natisone, Nordhang des Matajur, Karfreit, Woltschach, Siberše,[2] Idria« für eine außerordentlich markante Vegetationslinie, über die viele südliche Gewächse nicht nach Norden hinausgehen und welche das »Vegetationszentrum« der Alpen von jenem der österreichischen Küstenländer trenne. Schon Deschmann[3] hat für mehrere von Stur angeführte Pflanzen eine Überschreitung dieser Nordgrenze angegeben, so daß nach den jetzigen Kenntnissen nur acht von Stur angeführte Pflanzen ihre Nordgrenze in angeführter Weise abstecken. Es sind dies illyrische Pflanzen, die an der meines Erachtens scharfen Vegetationslinie Sabotino—Solkan—Südabsturz des Trnovaner und Birnbaumer Waldes und des Nanos haltmachen, da ihnen als wärmeliebende Bergpflanzen die waldreiche Voralpenregion verschlossen bleibt.

Was nun die 47 Pflanzen betrifft, welche Stur (a. a. O.) als jene Alpenpflanzen bezeichnet, die aus den Alpen nicht weiter südwärts über die genannte Vegetationslinie reichen, so erlischt für einen Teil derselben mit dem Beginne des warmen Karstlandes selbstverständlich die Möglichkeit einer Ansiedlung, während für 23 andere Arten südlicher, meist in den kroatischen und illyrischen Gebirgen gelegene Standorte bekannt geworden sind. Meines Erachtens ist für die Verbreitung dieser Arten die Ausdehnung der Hochgebirgsregion in den Julischen Alpen als Südostgrenze maßgebend und nur an günstigen isolierten Örtlichkeiten haben sie sich auch in der Voralpenregion erhalten, die wieder in der früher genannten Linie Sabotino—Nanos, welche auch der Mehrzahl der mediterranen Gewächse und einer großen Zahl illyrischer Pflanzen

---

[1] Stur, Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Pflanzen, in diesen Sitzungsberichten, XXV (1857), p. 393 bis 394.

[2] Ich finde auf der Spezialkarte nur ein Jageršče.

[3] Deschmann im 3. Jahreshefte des Krain. Land. u. Mus. Ver. (1862). p. 14.

eine Nordgrenze im Isonzo- und Wippach-Tal absteckt, eine Südgrenze findet.

2. Im Idria- und Bača-Tale.

Nachdem das Verhalten der illyrischen Gewächse im untersten Idria-Tale bei St. Lucia bereits berücksichtigt wurde, erübrigt uns noch die illyrische Flora im Idria- und Bača-Tale von Bača pri Modreji aufwärts weiter zu verfolgen.

Da die geschlossenen Formationen der illyrischen Flora, insbesondere der Karstwald und dessen Buschwerke, schon vor St. Lucia haltmachen, war bei der Enge dieser Täler und deren Nähe zum Hochgebirge vorauszusehen, daß einerseits die illyrische Flora bald eine Zerstücklung finden werde, während andrerseits ein reichliches Auftreten alpiner Elemente zu verzeichnen sein dürfte. Beides trifft auch in der Tat zu, aber die beiden Täler verhalten sich insofern verschieden, als die Wocheiner Alpen mit dem westlichsten Hochgipfel, der Crna prst (1845 *m*), und höhere Voralpen das der Bergregion zufallende Bača-Tal im Norden abschließen, während im oberen Idria-Tale die montane mitteleuropäische Vegetation prädominiert, hingegen die Quellen der Idrijca sowie der Mittellauf der Idria dem Voralpengebiete des Trnovaner Waldes angehören.

Der südliche Charakter der Landschaft hält im Idria-Tale, das ich nur flüchtig kennen lernte, bis Šlap an. Hier finden sich Weinreben, Mandel-, Feigen- und Maulbeerbäume und auch noch einige mediterrane Gewächse (siehe p. 1465). Auch bei Tribuša werden noch Weinreben in Lauben an Häusern gezogen und der Mais gedeiht noch prächtig. Auch im unteren Idria-Tale sind Buschwerke mit *Ostrya carpinifolia* Scop. und *Fraxinus ornus* L., in die sich manche illyrische Gewächse eingenistet haben, an den sonnseitigen Berglehnen häufig und dürften wohl gegen 300 *m* über die Talsohle ansteigen, um sodann dem Rotbuchenwalde den Platz zu räumen.

Eigentümlich aber ist das reichliche Vorkommen von einigen illyrischen Gewächsen unter einer reichen Hochgebirgsflora auf dem Höhenzuge zwischen dem Čepovan- und Tribuša-Tale.

Krašan[1] hat diese interessante Mischung näher beschrieben. Es finden sich daselbst, offenbar zumeist auf felsigen Stellen, neben *Galium purpureum* L.:

Ruta divaricata Ten.
Seseli glaucum Jacqu.
Linum viscosum L.
Satureja montana L.
Aster amellus L.

mit

Asplenium Seelosii Leyb.
Juniperus communis L.
Carex mucronata All.
C. brachystachys Schrank
C. firma Host
Salix grandifolia Ser.
S. glabra Scop.
Tofieldia calyculata Wahl.
Epipactis latifolia All.
Dianthus inodorus L.
D. monspessulanus L.
Heliosperma alpestre Rchb.
H. eriophorum Jur.
Helleborus niger L.
Aconitum lycoctonum L.
Spiraea ulmifolia Scop.
Rubus saxatilis L.
Potentilla caulescens L.
Rosa ferruginea Vill.
Cytisus alpinus L.
Genista radiata Scop.
Polygala chamaebuxus L.
Ilex aquifolium L.
Rhamnus fallax Boiss.
Astrantia carniolica Wulf.
Athamanta rupestris Rchb.
Hladnikia golaka Rchb.
Seseli libanotis Koch
Peucedanum austriacum Koch
Laserpitium siler L.
Erica carnea L.
Rhododendron hirsutum L.
Rhodothamnus chamaecistus Rchb.
Primula carniolica Jacqu.
Gentiana cruciata L.
G. amarella (wohl ?).
Origanum vulgare L.
Digitalis ambigua Murr.
Valeriana saxatilis L.
Campanula caespitosa Scop.
C. linifolia Scop.
Carduus defloratus L.
Cirsium erisithales Scop.
Senecio Fuchsii Gmel.
Adenostyles glabra DC.
Hieracium porrifolium L.

Anders aber verhalten sich die linksseitigen Tallehnen, das sind die vom Trnovaner Walde abstürzenden kalten Gehänge.

---

[1] Krašan, Bericht über meine Exkursion in das Lašček-Gebirge, in Abh. Zool.-bot. Ges., XVIII (1868), p. 205 ff.

Rotbuchen mit eingestreuten Nadelhölzern, Tannen und Fichten bedecken hier die Berglehnen und an den überall anstehenden Felsabstürzen gedeihen zahlreiche Alpenpflanzen. So fand Krašan[1] auf Kalkfelsen bei Tribuša:

Carex firma Host
C. brachystachys Schrank
C. mucronata All.
Schoenus nigricans L. (auf Felsen schwerlich)
Tofieldia calyculata Wahl.
Lilium carniolicum Bernh.
Gymnadenia odoratissima Rich.
Salix glabra Scop.
Ostrya carpinifolia Scop.
Helleborus niger L.
Saxifraga cuneifolia L.
Genista radiata Scop.
Astrantia carniolica Wulf.
Rhododendron hirsutum L.
Primula carniolica Jacqu.
Veronica lutea Wettst.
Pinguicula alpina L.
Asperula aristata L. fil.
Valeriana saxatilis L.
V. tripteris L.
Phyteuma Scheuchzeri All.
Crepis paludosa Tausch
Aster bellidiastrum Scop.

Während sich talaufwärts die illyrischen Pflanzen weiter zerstückeln, aber an warmen Felsgehängen sich immer wieder einstellen, zeigen sich die felsigen und zumeist feuchteren Gehänge beider Talgehänge bis zur Einmündung der Cirkniza mehr minder reichlich mit Alpinen besetzt. Ich beobachtete auf denselben z. B.:

Sesleria coerulea Ard.
Anthericum ramosum L.
Thesium bavarum Schrank
Salix grandifolia Ser.
Ostrya carpinifolia Scop.
Helleborus niger L.
Aruncus silvester Kost.
Potentilla caulescens L.
Cytisus purpureus Scop.
Cotinus coggygria Scop.
Astrantia carniolica Wulf.
Erica carnea L.
Satureja montana L.
Fraxinus ornus L.
Veronica lutea Wettst.
Pinguicula alpina L.
Cirsium erisithales Scop.

Die genannten Alpinen verschwinden aber in dem Talabschnitte zwischen der Cirkniza-Mündung und Idria; es dürfte

[1] Krašan in Verh. Zool.-bot. Ges. (1867), 352.

demnach das obere Idria-Tal wohl der Bergregion zuzurechnen sein. Hingegen hat das untere Cirkniza-Tal den Charakter eines Voralpentales, denn in dessen Vegetation fiel mir das häufige Vorkommen von

Scolopendrium officinale Sm.
Aspidium aculeatum Sw.
Salix grandifolia Ser.
Helleborus niger L.
Aruncus silvestris Kost.
Polygala chamaebuxus L.
Peucedanum verticillare M. K.
Erica carnea L.
Gentiana asclepiadea L.
Salvia glutinosa L.
Aster bellidiastrum Scop.
Cirsium erisithales Scop.
Senecio Fuchsii Gmel.

auf, die in der Kirchheimer Mulde zum größten Teile wieder verschwinden.

Manche illyrische Pflanzen sind an steinigen buschigen Stellen weiter bis Idria zu verfolgen, so:

Sesleria autumnalis Schltz.
Erythronium dens canis L.
Asparagus tenuifolius Lam.
Lilium carniolicum Bernh.
Galega officinalis L.
Satureja montana L.
S. rupestris Wulf.
Aster amellus L.
Cirsium pannonicum Gaud.,

vermögen aber den Vegetationscharakter nicht wesentlich zu beeinflussen.

Der voralpine Charakter der Vegetation kommt im Idria-Tale erst wieder ober Idria nach der Einmündung der Zala zur Geltung. Schon im Zala-Tale zeigt sich eine reiche Flora der Voralpen mit einigen illyrischen Typen. Ich notierte daselbst als häufig:

Scolopendrium vulgare Sm.
Melica ciliata L.
Calamagrostis varia Host
Salix grandifolia Ser.
Ostrya carpinifolia Scop.
Moehringia muscosa L.
Helleborus niger L.
Clematis alpina L.
Aruncus silvester Kost.
Saxifraga rotundifolia L.
Euonymus verrucosus Scop.
Rhamnus fallax Boiss.

Viola biflora L.
Astrantia carniolica Wulf.
Erica carnea L.
Gentiana asclepiadea L.
Fraxinus ornus L.
Salvia glutinosa L.
Lamium orvala L.
Thymus montanus W. K.
Satureja calamintha Scheele
Digitalis ambigua Murr.
Veronica lutea Wettst.
V. latifolia L.
Galium Schultesii Vest
Buphthalmum salicifolium L.
Senecio Fuchsii Gmel.
Cirsium erisithales Scop.
Leontodon incanus Schrank
Prenanthes purpurea L.
Hieracium Dollineri Schultz

Aber bei weitem reichhaltiger und gemengter erscheint die Vegetation im Idrijca-Tale, die schon mannigfache Berücksichtigung gefunden hat.[1] Mir erschienen besonders die Abhänge des Strug sowie die Umgebung des Wilden Sees beachtenswert, wo sich zwischen voralpinen Rotbuchenwäldern Felspartien und steinige Abhänge vorfinden, die ein sonderbares Gemisch von alpinen, illyrischen und selbst mediterranen Gewächsen in einer Seehöhe von 400 bis 600 *m* besitzen.

Hier sind zu beobachten:

Scolopendrium vulgare Sm.
Asplenium trichomanes L.
A. viride Huds.
A. ruta muraria L.
Sesleria coerulea Ard.
Melica ciliata L.
Carex brachystachys Schrank
Allium oleraceum L.
Anthericum ramosum L.
Salix grandifolia Ser.
Ostrya carpinifolia Scop.
Moehringia muscosa L.
Dianthus monspessulanus L.
Clematis alpina L.
Arabis turrita L.
Kernera saxatilis Rb.
Sedum glaucum W. K.
S. album L.
S. maximum L.
Saxifraga rotundifolia L.

[1] Wohl zuerst von Scopoli nach dessen Praefatio in Fl. Carniolica im Jahre 1755 besucht. 1838 botanisierte König Friedrich August II. von Sachsen an dieser Lokalität und dessen Ausbeute wurde von mir eingesehen. Zahlreiche andere Forscher haben seither das Idrijca-Tal aufgesucht und zerstreute Angaben über die Flora desselben gemacht, die von Paulin in seinen Beiträgen zur Kenntnis der Veget. Krains, Heft 1 bis 3, gesammelt wurden und hier Berücksichtigung finden.

Spiraea ulmifolia Scop.
Ribes alpinum L.
Cytisus alpinus L.
Genista radiata Scop.
Euonymus verrucosus Scop.
E. latifolius Scop.
Staphylea pinnata L.
Rhamnus rupestris Scop.
Viola biflora L.
Libanotis montana Crantz
Astrantia carniolica Wulf.
Peucedanum verticillare M. K.
Erica carnea L.
Rhododendron hirsutum L.
Rhodothamnus chamaecistus Reich. (selten)
Primula carniolica Jacqu.
Fraxinus ornus L.
Vincetoxicum hirundinaria Med.
Satureja rupestris Wulf.
S. montana L.
Veronica lutea Wettst.
V. latifolia L.
Pinguicula alpina L.
Galium Schultesii Vest
Sambucus racemosa L.
Lonicera alpigena L.
L. nigra L.
Valeriana tripteris L.
V. saxatilis L.
Phyteuma Scheuchzeri All.
Campanula trachelium L.
C. caespitosa Scop.
C. pyramidalis L.
Petasites niveus Baumg.
Adenostyles alliariae Kern.
Doronicum austriacum Jacqu.
Inula ensifolia L.
Aster bellidiastrum Scop.
Cirsium erisithales Scop.
Centaurea carniolica Host (= *C. vochinensis* Bernh.)
Hieracium Dollineri Schultz

und im nahen Buchenwalde vervollkommnen diese seltene Mengung:

Aspidium aculeatum Sw.
Ruscus hypoglossum L. (schon von König Friedrich August II. von Sachsen 1838 beobachtet!)
Calamagrostis varia Host
Oryzopsis virescens G. Beck
Lunaria rediviva L.
Cardamine trifolia Wk.
Aremonia agrimonoides Neck.
Daphne laureola L.
Hacquetia epipactis DC.
Gentiana asclepiadea L.
Omphalodes verna Moench
Pulmonaria stiriaca A. Kern.
Lamium orvala L.
Salvia glutinosa L.
Scopolia carniolica Jacqu.
Veronica montana L.
Homogyne silvestris Cass.
Aposeris foetida Cass.
Prenanthes purpurea L.
Crepis paludosa Mch.

Diese reiche Flora reicht an den Quellflüssen der Idrijca bis zu den mit reicher Alpenflora bedeckten Kuppen des Trnovaner Waldes, in dessen Dolinen ich die eigentümliche Umkehrung der Pflanzenregionen[1] zu beobachten Gelegenheit hatte.

Im Bača-Tale herrschen im allgemeinen ähnliche Verhältnisse in der Vegetation wie im Idria-Tale. Der südliche Charakter der Kulturen läßt sich bis gegen Grahovo verfolgen, wo noch Wein in Lauben gedeiht, und bis dahin reichen auch die bereits erwähnten mediterranen Pflanzen, welche namentlich den Hügel südlich von Kneža zwischen der Bača und dem Kneža-Bache noch in größerer Anzahl besiedeln.

In der Felsschlucht, welche die Bača bei Podmelec mit Wasserfällen durchströmt, zeigt sich eine ähnliche Flora wie in den Felsklammen bei St. Lucia. Hopfenbuchen und Mannaeschen, *Satureja montana* L. und andere illyrische Gewächse wachsen neben *Scolopendrium vulgare* Sm., *Saxifraga petraea* L. und *Aster bellidiastrum* Scop. Auffällig ist hier und überall im Bača-Tale das sehr häufige Auftreten der Mistel (*Viscum album* L.) auf Linden, Obstbäumen und anderen Laubhölzern.

Auf dem oben genannten Hügel, auf dem die mediterranen Gewächse haltmachen, breiten sich Bergwiesen aus, in welchen viele illyrische Pflanzen, wie *Orchis tridentatus* Scop., *Silene nutans* L. var. *livida*, *Peucedanum oreoselinum* L., *Cirsium pannonicum* Gaud. und andere mit alpinen Gewächsen gesellig vorkommen. Unter letzteren fielen mir

Selaginella helvetica Link	*Arnica montana* L.
Aquilegia vulgaris L.	*Cirsium erisithales* Scop.
Hippocrepis comosa L.	*Crepis incarnata* Tausch

besonders auf. Hier teilt *Ceterach officinarum* W. friedlich mit *Scolopendrium vulgare* Sw. selbst beschattete Steineinfriedungen.

---

[1] G. Beck, Die Umkehrung der Pflanzenregionen in den Dolinen des Karstes. Diese Sitzungsberichte, CXV (1906), 3.

Wo jedoch diese Bergwiesen in mehr steinige und felsige Stellen übergehen, da zeigt sich auf Kalkboden gleich eine größere Anzahl illyrischer und wärmeliebender Gewächse, wie:

Andropogon ischaemum L.
Poa compressa L.
Ostrya carpinifolia Scop.
Tunica saxifraga L.
Cytisus hirsutus L.
C. nigricans L.
Satureja montana L.
Satureja rupestris Wulf.
S. nepetoides Fritsch
Eryngium amethystinum L.
Inula hirta L.
Artemisia absinthium L.
Leontodon crispus Vill.

Globularia cordifolia L. bedeckt massig die sandigen Stellen, während *Lasiagrostis calamagrostis* Lk., *Biscutella laevigata* L., *Leontodon incanus* Schrank, *Polygala chamaebuxus* L. an felsigen Orten Vorlieb nehmen.

Der quellenreiche Schieferboden hingegen begünstigt das Gedeihen der Lärchen, schließt aber die wärmeliebenden illyrischen Gewächse so ziemlich aus. Um Grahovo konnte ich an Felsen beider Tallehnen eine größere Anzahl alpiner Arten wahrnehmen, so:

Sesleria coerulea Ard.
Moehringia muscosa L.
Cerastium sonticum G. Beck
Dianthus monspessulanus L. var. *Waldsteinii*
Arabis arenosa Scop.
Kernera saxatilis Rb.
Saxifraga petraea L.
Athamanta rupestris Rb.
Peucedanum verticillare M. K.
Globularia cordifolia L.
Galium lucidum All.
G. asperum Schreb.
Hieracium glaucum All.
Aster bellidiastrum Scop.
Petasites niveus Baumg.
Leontodon incanus Schrank

In höheren Regionen herrscht Rotbuchenwald vor, in den Fichten und Lärchen eingesprengt sind.

Auch noch weiter talaufwärts, an der Einmündung der Koritnica, bei Hudajuzna und gegen Podbrda sind auf warmen Kalkfelsen

Fraxinus ornus L.
Satureja montana L.
Satureja rupestris Rb.
S. nepetoides Fritsch

und in den Buschwerken *Dianthus barbatus* L. wahrzunehmen, obwohl um Podbrda der Charakter der Gegend mehr zu einem voralpinen sich umwandelt, indem Fichten und Lärchen sich mehren und

Melandrium rubrum Garcke	*Salvia glutinosa* L.
Laserpitium siler L.	*Asperula aristata* L. fil.
Erica carnea L.	*Cirsium erisithales* Scop.

häufiger werden. Die eigentliche Voralpenregion betritt man um Podbrda gegen die Črna prst aber erst in einer Seehöhe von 1000 *m*, wiewohl *Alnus alnobetula* C. Koch und *Rhamnus fallax* Boiss. bis 600 *m* Seehöhe herabziehen. Der Getreidebau und Obstbäume reichen hier am Talschlusse bei Bača di Podbrdo bis 876 *m*, bleiben also gegenüber dem benachbarten Krain, wo nach Stur[1] selbst noch in Höhen von 1100 *m* Getreide gebaut wird, stark zurück. Nach Stur a. a. O. soll der Getreidebau hier nur die Seehöhe von 786 *m*, in Stržišče am Südhange der Črna prst nur bis zu 811 *m*, in Deutschruth nur bis 859 *m* Seehöhe erreichen.

C. Die mitteleuropäisch-alpine Flora.

Mächtige Kalkhochgebirge: Der Canin (2582 *m*) und die gipfelreiche, zerrissene Kette der Julischen Alpen, in welchen der Triglav mit 2864 *m* kulminiert, umgeben in einem riesigen ζ im Norden und Osten das Isonzo-Tal und schieben eine große Zahl von Rücken und Graten zum Isonzo. Die sie bekleidenden Vegetationsformationen gehören an den Gehängen der voralpinen Flora an, während die Hochgipfel eine hochalpine Vegetation tragen. Im Westen des Isonzo-Tales zeigen sich hingegen die von NW nach SE ziehenden Gebirgsrücken bedeutend niedriger; ihre Gipfel erreichen nicht mehr 1700 *m* Seehöhe (Stol 1667 *m*, Matajur 1641 *m*); ihre Höhen sind gerade so wie das Massiv des Trnovaner Waldes (1496 *m*) nordöstlich von Görz mit einer voralpinen Vegetation besetzt,

[1] Stur, Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Pflanzen, in diesen Sitzungsberichten, XXV (1857).

während an den zum Isonzo fallenden Berglehnen die Formationen der illyrischen Flora die Pflanzendecke bilden. Endlich sind die Hügel nach Eintritt des Isonzo in die Ebene nur mehr mit illyrischen Pflanzen und deren Formationen besetzt und mediterrane Pflanzen streuen sich in dieselben an günstigen Stellen in wechselnder Menge ein.

Es soll nicht meine Aufgabe sein, die Zusammensetzung der alpinen und voralpinen Flora und die Formationen derselben näher zu erläutern, sondern es sei nur das Verhalten und die Verbreitung derselben in der Talsohle des Isonzo, insofern ein Zusammenstoß und ein Ineinandergreifen mit der illyrischen Flora stattfindet, einer näheren Betrachtung unterzogen.

Auffällig ist vor allem, daß selbst die sonstens scharf ausgeprägten Vegetationslinien des Hochgebirges in den Julischen Alpen ungemein schwer zu verfolgen sind und kaum ziffermäßig präzisiert werden können. Der Grund hiefür liegt wohl in den felsigen und steinigen, im allgemeinen mit geringer Humusdecke bedeckten Gehängen und in den jäh aufsteigenden, zerrissenen, aus Dachsteinkalk aufgebauten Felsgipfeln, die oft mächtige Gesteinsmuhren zu Tal senden, wodurch zusammenhängende Vegetationslinien unmöglich gemacht werden. Deswegen gebe ich nur einige Werte an, die aber viel zu unvollständig sind, um selbst eine Übersicht über die Pflanzenregionen im oberen Isonzo-Tal zu gewinnen.

Am Monte Canin (2582 *m*) fand ich auf der Südostseite des Berges folgende Vegetationslinien:

obere Grenze von Nuß- und Kirschbäumen, Beginn des geschlossenen Rotbuchenwaldes	895 *m*
obere Grenze der Wiesen und des Karstbuschwerkes	950 *m*
untere Grenze der Fichten im Rotbuchenwalde	950 bis 1000 *m*
obere Grenze von *Genista radiata* Scop.	1250 *m*
untere Grenze der Legföhre (*Pinus mughus* Mill.)	1450 *m*
untere Grenze der Legföhrenbestände	1600 bis 1700 *m*

obere Grenze der Fichten (Baumgrenze) und
des Rotbuchenbuschwerkes..... 1650 bis 1700 *m*

Am Mangart (2678 *m*) fand ich am Südhange

die obere Höhengrenze der Rotbuchen bei... 1618 *m*
die Lärche an der Baumgrenze bis ..... 1750 *m*

Auf dem Stol (1667 *m*) bei Serpenica konnte ich

Genista radiata Scop. auf der Südseite bis.. 1290 *m*
die Karstgehölze *Ostrya*, *Fraxinus ornus* auf
der Nordseite bis..... 835 *m*
Rotbuchenbäume auf der Nordseite bis ..... 1590 *m*
Rotbuchen, strauchig, auf der Nordseite bis.. 1630 *m*
Legföhren an tiefster Stelle auf der Nordseite
bis ..... 1611 *m*
Helleborus viridis bis ..... 1611 *m*

beobachten.

Stur[1] gibt für die Baumgrenze am Südhange des Krn im Tominsko-Tale 1580 *m*, am Rombon in der Canin-Gruppe unterhalb der Storičica-Alpe 1093 *m*, am nördlichen Abhange des Matajur 1137 bis 1169 *m*, am Kuk zwischen Foni und Kamenza 818 *m* an, welche Angaben sich wohl nur auf das Aufhören der Bäume auf den mit Mahdwiesen besetzten Kuppen genannter Berge beziehen können, denn Tommasini[2] gibt an, daß die Buchenwälder ober Livek schon bei 1043 *m* Seehöhe der Hochgebirgsregion den Platz räumen.

Aus diesen wenigen Angaben ergibt sich aber wenigstens eine auffällige Tatsache, nämlich die niedrige Lage der Baumgrenze, deren Depression wohl durch das leicht zerbröckelnde, aber schwer verwitternde Kalkgestein, welches für den Baumwuchs einen äußerst ungünstigen Boden erzeugt, erklärt werden kann.

---

[1] Stur, Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Pflanzen, in diesen Sitzungsberichten, XXV (1857), 390.

[2] Tommasini, Ausflug auf den Berg Matajur, in Flora, XXV 2 (1842), 617.

Bis zur Baumgrenze reichen im Isonzo-Tal vornehmlich Rotbuchen, welche auf Kalkboden erst in höherer Lage Nadelhölzer, Fichten, Tannen, seltener Lärchen in ihren Bestand aufnehmen. Lärchen hingegen finden sich reichlicher auf den wiesentragenden Voralpen, die im mittleren Isonzo-Tale auf den Höhen um Tolmein aus sandigen und mergeligen Gesteinen der Kreideformation aufgebaut sind.

Alle Rotbuchenwälder zeigen stets voralpinen Charakter und beherbergen eine oft große Anzahl von voralpinen Gewächsen. Ich hatte schon Gelegenheit, bei der Besprechung der im mittleren Isonzo-Tale zur Talsohle herabreichenden Rotbuchenwälder die voralpinen Pflanzen derselben zu erwähnen. Um auch die diesfälligen Beobachtungen an anderen Örtlichkeiten einzufügen, sei eine Zusammenstellung aller beobachteten voralpinen und alpinen Bestandteile dieser Rotbuchenwälder nachfolgend gegeben.

Voralpine und alpine Bestandteile der Rotbuchenformation.

Gehölze:

Picea Abies Karst.
Larix decidua Mill.
Salix grandifolia Ser.
Cytisus alpinus L.
Rhamnus fallax Boiss.
Erica carnea L.

Stauden und Kräuter:

Aspidium lobatum Sm.
Scolopendrium vulgare Sm.
Moehringia muscosa L.
Helleborus niger var. *macranthus*
Aquilegia vulgaris L.
Thalictrum aquilegiifolium L.
Aconitum rostratum L.
A. vulparia Rchb.
Anemone trifolia L. (alpin?)
Epimedium alpinum L. (illyrisch-südalpin)
Lunaria rediviva L.
Saxifraga cuneifolia L.
Aruncus silvester Kost.
Gentiana asclepiadea L.
Salvia glutinosa L.
Scrophularia Hoppii Koch
Veronica latifolia L.
Valeriana tripteris L.
Petasites niveus Baumg.
Homogyne silvestris Cass.
Senecio Fuchsii Gmel.
Doronicum austriacum Jacqu.
Cirsium erisithales Scop.
Prenanthes purpurea L.

In höheren Lagen gesellen sich hiezu:

Luzula silvatica Gaud.
Polygonatum verticillatum All.
Clematis alpina L.
Ranunculus platanifolius L.
Saxifraga rotundifolia L.
Vicia oroboides Wulf. (illyrisch-südalpin)
Rhododendron hirsutum L.
Lonicera alpigena L.
Adenostyles Alliariae Kern.
Achillea tanacetifolia All.

Viel zahlreicher sind die Alpinen, welche sich an steinigen, felsigen Stellen, insbesondere an feuchten, kühlen Gehängen und in der Nähe der Gewässer angesiedelt haben. Sie bestimmen mit ihrem Zusammenschluß im Vereine mit den voralpinen Rotbuchenwäldern trefflich die Begrenzung der Voralpenregion. Das warme Flitscher Becken von Serpenica bis zur Flitscher Klause und gegen Soča zu wird von dieser voralpinen Formation völlig umschlossen. Auch das Defilé des Isonzo bis Karfreit ist von denselben bedeckt und demnach der Voralpenregion zuzuschlagen, während von Karfreit an talwärts diese Formationen nirgends mehr geschlossen den Talboden erreichen, sondern an den Bergflanken erst bei 800 bis 1000 *m* Seehöhe beginnen, seltener schon bei 700 *m* erreicht werden. Auf die isolierten Örtlichkeiten, wo sich unter günstigen lokalen Verhältnissen die alpine Felsflora mitten in der illyrischen Vegetation bis heute erhalten hat, will ich noch besonders aufmerksam machen. Es seien zuerst die an felsigen Stellen in einer Seehöhe von 250 bis 500 *m* um Flitsch, in der Flitscher Klause,[1] bei Soča, Plužna, zwischen Serpenica, Trnovo und Karfreit beobachteten voralpinen und alpinen Pflanzen aufgezählt.

Gehölze:

Pinus mughus Scop. (Flitscher Klause)
Salix grandifolia Ser.
Salix glabra Scop.
S. incana Schrank
Rosa pendulina L.

[1] Auch Sendtner, Besteigung des Moresch in den Julischen Alpen, in Flora, XXV 2 (1842), 447 bis 450, gibt einige Pflanzen aus der Flitscher Klause an.

Rosa rubrifolia Vill.
Cytisus Alschingeri Vis. (illyrisch-alpin)
C. purpureus Scop. (illyrisch-alpin)
Rhamnus pumila L.
Rhamnus fallax Boiss.
Erica carnea L.
Rhododendron hirsutum L.[1]
Rhodothamnus chamaecistus Rchb.

Niederwuchs:

Asplenium viride Huds.
Scolopendrium vulgare Sm.
Onoclea struthiopteris Hoffm. (Za Tresko nächst Trnovo)
Selaginella helvetica Link
Sesleria coerulea Ard.
Carex mucronata All.
Tofieldia calyculata Wahl.
Rumex scutatus L.
Chenopodium bonus henricus L.
Cerastium sonticum G. Beck
Moehringia muscosa L.
Heliosperma alpestre Rchb.
Gypsophila repens L.
Silene saxifraga L.
Melandrium rubrum Garcke
Dianthus monspessulanus L. var. *Waldsteinii* Sternb.
D. inodorus L.[1]
Aquilegia vulgaris L.
A. alpina Haenke (nach Sternberg doch?)
Helleborus niger var. *macranthus* Fregn.
Ranunculus montanus W.
Thalictrum aquilegiifolium L.
Biscutella laevigata L.
Kernera saxatilis Rchb.
Aethionema saxatile R. Br. (mediterran)
Lunaria rediviva L.
Saxifraga petraea L. (illyrisch-südalpin)
S. incrustata Vest
S. Hostii Tausch
S. cuneifolia L.
Aruncus silvester Kost.
Rubus saxatilis L.
Potentilla caulescens L.
Geranium macrorrhizum L.
Polygala chamaebuxus L.
Astrantia carniolica Wulf.
A. major L.
Athamantha rupestris Rchb.
Laserpitium siler L.
Peucedanum rablense Koch
Primula auricula L.
Gentiana Clusii Perr. Song.
Salvia glutinosa L.
Calamintha alpina Lam.
Verbascum nigrum L.
Veronica latifolia L.

[1] Schon vom Grafen Sternberg im Jahre 1826 beobachtet. Vergl. Flora, 1826, 1. Beil., 58.

Veronica lutea Wettst.
Scrophularia Hoppii Koch
Pinguicula alpina L.
Globularia cordifolia L. (illyrisch-südalpin)
Plantago argentea Chaix
Asperula aristata L. f.
Valeriana tripteris L.
V. saxatilis L.
V. montana L.
Valeriana elongata L. (nach Tommasini, wohl ?)
Campanula linifolia Scop.
C. caespitosa Scop.
Aster bellidiastrum Scop.
Petasites niveus Baumg.
Homogyne silvestris Cass.
Adenostyles alliariae Kern.
Cirsium erisithales Scop.
Hieracium porrifolium L.
Buphthalmum salicifolium L.

Am nordöstlichen Fuße des Kolovrat gegenüber Kamno kann man an Felsen an der Reichsstraße eine namhafte Anzahl von Alpinen beobachten, so:

Scolopendrium vulgare Sm.
Sesleria coerulea Ard.
Salix grandifolia Ser.
Moehringia muscosa L.
Cerastium sonticum G. Beck
Anemone trifolia L.
Saxifraga cuneifolia L.
Spiraea ulmifolia Scop.
Aruncus silvester Kost.
Cytisus alpinus L.
Erica carnea L.
Veronica latifolia L.
Valeriana montana L.
Petasites niveus Baumg.
Cirsium erisithales Scop.
Aster bellidiastrum Scop.

Viele von diesen Gewächsen finden sich zerstreut auch an der linken Tallehne und am Schloßberge von Tolmein (siehe p. 1481). Ihr Vorkommen verdichtet sich wieder in der Schlucht der Tominska bei der Dante-Grotte nördlich von Tolmein,[1] welche ich bis etwa 200 *m* Seehöhe verfolgte.

Hier sah ich:

Scolopendrium vulgare Sm.
Sesleria coerulea Ard.
Trisetum argenteum R. Sch.
Carex brachystachys Schrank
Tofieldia calyculata Wahl.
Aconitum rostratum Bernh.

[1] Vergl. auch C. v. Marchesetti, Ein Ausflug auf die Julischen Alpen, in Verh. Zool.-bot. Ges. (1872), 432. Die daselbst angeführten Arten sind im nachfolgenden Verzeichnisse mit * bezeichnet.

Parnassia palustris L.
**Saxifraga petraea* L.
**Potentilla caulescens* L.
**Astrantia carniolica* Wulf.
Erica carnea L.
Salvia glutinosa L.
Euphrasia cuspidata Koch
Veronica latifolia L.
Pinguicula alpina L.
Campanula pusilla Haenke
Hieracium porrifolium L.
**Erigeron glabratus* Hoppe Hornsch.

Die interessanteste Örtlichkeit, an welcher eine größere Anzahl von Alpenpflanzen sich vorfindet, liegt jedoch am Fuße einer nach Westen abfallenden, etwa 60 *m* hohen Kalkfelswand an der Straße nördlich von Modreja in einer Seehöhe von zirka 150 bis 200 *m*. Ein schleiernder Wasserfall benetzt hier die moosigen Felsen, auf denen in üppigsten herabhängenden Rasen *Saxifraga petraea* L. ihre weißen Sterne entfaltet und eine außerordentliche Fülle von Pflanzen ihr Gedeihen findet. Schon Stur[1] erwähnt von diesem Standorte manche Pflanze und später haben Krašan[2] und v. Marchesetti[3] dieselbe Örtlichkeit besucht, um weitere Pflanzen von dort bekannt zu machen.

Nach diesen und meinen Beobachtungen wächst hier unter der Wirkung des befeuchtenden Wasserfalles und der südlichen Sonne ein sehr interessantes Gemisch von Pflanzen verschiedener Floren, das der Aufzählung wert erscheint:

Asplenium ruta muraria L.
a Selaginella helvetica Link
m Ceterach officinarum W.
Juniperus communis L.
a Sesleria coerulea Ard.
Melica nutans L.
a Trisetum argenteum P. B. (nach Krašan)
Bromus erectus L. v.
i Lilium carniolicum Bernh.
a Tofieldia calyculata Wahl.
Anthericum ramosum L.
i Ornithogalum pyrenaicum L. var. *flavescens*

[1] D. Stur, Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Pflanzen, in diesen Sitzungsberichten, XXV (1857).

[2] Krašan, Eine Exkursion in die Gebirge von Tolmein und Karfreit, in Öst. bot. Zeitschr., XVII (1867), 351.

[3] Siehe Anmerkung p. 1522.

i *Iris pallida* Lam. var. *illyrica*
Platanthera bifolia Rich.
a *Salix grandifolia* Ser.
S. incana Schrank
i *Ostrya carpinifolia* Scop.
a *Cerastium sonticum* G. Beck
a *C. alpinum* L. (nach Krašan?, wohl zu voriger gehörig)
a *Moehringia muscosa* L.
Alsine verna Bartl. (nach Krašan, nicht gesehen)
i *Silene nutans* v. *livida*
a *Melandrium rubrum* Garcke
a *Heliosperma alpestre* Rchb. (nach Krašan, nicht gesehen)
a *Aquilegia atrata* Koch
a *Thalictrum aquilegiifolium* L
a *Aconitum rostratum* Bernh.
a? *Anemone trifolia* L.
i *Epimedium alpinum* L.
Berberis vulgaris L.
a *Arabis alpina* L.
A. turrita L.
Sedum album L.
i *Sedum glaucum* W. K.
S. telephium L.
a *Saxifraga petraea* L. (nach Stur!)
a *S. Hostii* Tausch (nach Marchesetti!)
a *S. tridactylites* L.
Rubus caesius L.
Rubus bifrons Vest
a *Medicago Pironae* Vis. (nach Stur!)
i *Cytisus hirsutus* L.
a *Geranium macrorrhizum* L. (nach Stur!)
i *G. tuberosum* L.
G. Robertianum L.
Euphorbia dulcis L.
a *Polygala chamaebuxus* L.
Hedera helix L.
a *Athamantha rupestris* Rchb.
a *Erica carnea* L.
i *Fraxinus ornus* L.
Vincetoxicum hirundinaria Med.
Pulmonaria officinalis L. var.
a *Salvia glutinosa* L.
Melittis melissophyllum L. var. *alba*
i *Satureja montana* L.
a *Veronica latifolia* L.
Valeriana officinalis L. var. *angustifolia*
a *V. tripteris* L.
Knautia silvatica L.
a *Campanula linifolia* Scop.
a *Petasites niveus* Baumg.
a *Centaurea carniolica* Host (nach Breindl)
a *Cirsium erisithales* Scop.
a *Buphthalmum salicifolium* L.
a *Hieracium subcaesium* Fr.
H. caesium Fr.

Die mitgenommenen Algenproben ergaben jedoch nur das Vorkommen weit verbreiteter Schizophyceen und Algen, wie:

Nostoc verrucosum Vauch.
Rivularia haematites Ag.
Scytonema myochrous Ag.
Gloeothece rupestris Bor.
Spirogyra Weberi Kütz.
Mougeotia spec.
Oocystis Naegelii A. Br.
Ulothrix zonata Kütz.
Oedogonium spec.

Nach diesem Verzeichnisse stehen somit, wenn nur die Gefäßpflanzen berücksichtigt werden, die alpinen Gewächse hier in ihrer Anzahl an erster Stelle, dann folgen die mitteleuropäischen und illyrischen Gewächse, unter denen eine einzige mediterrane Pflanze, nämlich *Ceterach officinarum* W., in reicher Menge vertreten ist. Es entfallen:

	Arten	%
auf die mitteleuropäisch-alpine Flora.....	31	46·3
» » mitteleuropäische »	24	35·8
» » illyrische »	11	16·4
» » mediterrane »	1	1·5

Beachtenswert ist es auch, daß ober dieser Felswand, welche nach Krašan (a. a. O.) aus graublauen Woltschacher Kalken mit nestartig eingestreuten Hornsteinmassen besteht, gegen Lubinje zu bei etwa 400 *m* Seehöhe auf mergeligen Sandsteinen der Kreideformation *Alnus alnobetuta* C. Koch in Beständen auftritt, während der Kulminationspunkt der 654 *m* Seehöhe erreichenden Höhe Zenica, deren westliche Gehänge gegen Modreja abstürzen und hier die bemerkte pflanzenreiche Stelle tragen, relativ wenige alpine Arten trägt, die vorher (p. 1479) aufgezählt wurden. Von kalkfeindlichen Arten konnte ich nebst der Grünerle doch nur:

Nardus stricta L.,
Calluna vulgaris Hull und
Arnica montana L.

beobachten, während auf ähnlichem Boden im Kolovratzuge und am Kuk auch

Castanea sativa Mill.

dazutritt.

Weitere Stellen, an denen sich eine größere Anzahl von Alpenpflanzen erhalten haben, sind die Felsschluchten der Idria und des Isonzo bei St. Lucia.

An den Konglomeraten und Kalkfelsen, welche klammartig die durch abgestürzte Blöcke tosenden Wassermassen einengen, zeigt sich neben manchen illyrischen Gewächsen, wie:

Ostrya carpinifolia Scop.
Cytisus purpureus Scop.
Sedum glaucum W. K.
Fraxinus ornus L.

eine reichliche Anzahl von Alpinen, wie:

Scolopendrium vulgare Sm.
Selaginella helvetica Link
Sesleria coerulea Ard.
Cerastium sonticum G. Beck
Moehringia muscosa L.
Kernera saxatilis A. Br.
Saxifraga petraea L.
S. cuneifolia L.
Spiraea ulmifolia Scop.
Geranium macrorrhizum L.
Erica carnea L.
Veronica latifolia L.
V. lutea Wettst.
Phyteuma Scheuchzeri All.
Aster bellidiastrum Scop.
Erigeron glabratus Hoppe Hornsch.
Leontodon incanus L.
Hieracium porrifolium L.,

denen sich auch zwei mediterrane Pflanzen, nämlich *Ceterach officinarum* W. und *Cymbalaria muralis* Baumg., hie und da beigesellen.

Diese alpinen Pflanzen sind es auch, welche uns talwärts an den Steilufern des Isonzo immer wieder begegnen und die bis nach Görz reichen, wo die felsigen und aus Konglomeraten bestehenden Uferböschungen ihr Ende finden.[1]

---

[1] Sie wurden früher p. 1458 aufgezählt. Auffällig ist auch *Saxifraga tenella* Wulf. in Gesellschaft von *S. petraea* L. zwischen Avče und Lom in einer Seehöhe von 189 bis 221 *m* (Krašan in Abh. Zool.-bot. Ges., XVIII (1868), 209.

Ihre Ansiedlung ist wohl in früherer Zeit erfolgt, als der Isonzo sein Bett noch nicht so tief in den diluvialen Schotter eingegraben hatte. Es finden sich aber unter denselben auch noch einige Arten mit leicht durch fließendes Wasser transportablen Keimen, die auch noch gegenwärtig nach Hochwässern im Flußkies unterhalb Görz angetroffen werden.

Der Kamm des Monte Sabotina und das Hochplateau des Trnovaner Waldes sind die letzten Höhen, welche die voralpine und alpine Flora noch in geschlossenen Formationen besiedelt. Weiter gegen Süden vermindert sich die Zahl derselben ungemein rasch.

Auf den mit Eichen- und Kastanienwäldern und den Formationen der Karstflora besetzten Sandsteinhügeln des Coglio westlich von Görz zeigen sie sich vornehmlich in den kühleren Waldschluchten, in denen gewöhnlich Quellen und Bächlein entspringen und die oft eine üppige Vegetation beherbergen. Auf den Hügeln von »Tre Croce« ober Podgora am rechten Talhange des Isonzo finden sich nur wenige mitteleuropäisch-alpine Arten, die zu jenen gehören, welche sich eine große Anpassungsfähigkeit an wärmere Lagen erworben haben.

Hier sah ich:

Aspidium angulatum Kit.
Lilium bulbiferum L.
Anemone trifolia L.
Erica carnea L. im Vereine mit *Calluna vulgaris* Hull selbst unter schönen Edelkastanien
Salvia glutinosa L.
Petasites niveus Baumg.
Prenanthes purpurea L.
Senecio Fuchsii Gmel.

In einer Zisterne ober Lucinica hat sich *Aspidium lobatum* Sm. angesiedelt.

Überraschen muß jedoch das Vorkommen von mitteleuropäisch-alpinen Pflanzen am Monte Quarin (274 *m*) bei Cormons, wo ich an Wasserrinnen und in feuchten Schluchten mitten in einer mit mediterranen Elementen reich durchsetzten illyrischen Buschformation

Aspidium lobatum Sw.
Scolopendrium vulgare Sw.
Lilium bulbiferum L.
Salvia glutinosa L. und
Senecio Fuchsii Gmel.

beobachten konnte.

In Wiesen zwischen Cormons und Borgnano sah ich *Hippocrepis comosa* L. und *Biscutella laevigata* L. (schon von Pospichal angegeben) und an der Straße einzelne Stöcke von *Petasites niveus* Baumg. und selbst am Monte Medea ober Borgnano wächst *Galium lucidum* All.

Auf die interessante Vegetation, welche sich in den Wiesen von Prevali und in den Paludi von Castelleto vorfindet, hat Pospichal in seiner Flora des österreichischen Küstenlandes wiederholt hingewiesen. Auffällig ist daselbst die große Zahl borealer Arten, wie:

Carex limosa L.
Rhynchospora alba Vahl
Iris sibirica L.
Caltha palustris L.
Thalictrum angustifolium Jacqu.
Drosera intermedia Hayne
Parnassia palustris L.
Viola elatior Fr.
Lythrum glabricaule Koehne
Peucedanum palustre Mönch
Oenanthe fistulosa L.
Menyanthes trifoliata L.
Veronica scutellata L.
Utricularia neglecta Lehm.
U. minor L.
Succisa pratensis Mönch
Succisella inflexa G. Beck
Arnica montana L. u. a.

Bemerkenswert ist auch, daß sich in dem eozänen Hügelland östlich von Görz (Panowitzer Wald, Rosental, Stara Gora), das sich im S. Marco nur bis 227 *m* Seehöhe erhebt, so viele alpine und boreale Pflanzen erhalten haben. Offenbar haben hiezu die feuchten Mergel und Sandsteine des Flysches viel dazu beigetragen.

Nach Krašan,[1] Pospichal [2] und meinen Beobachtungen trägt hier der gleichförmig mit Heidesträuchern (*Erica carnea* L.

[1] Krašan in Verh. Zool.-bot. Ges. (1870), 270; (1883) 605, und in Öst.-bot. Zeit. (1880), 209, wo Ausführliches über die Vegetation dieser Tertiärhügel zu finden ist.

[2] Pospichal, Flora des österr. Küstenlandes, Wien 1897 bis 1899.

und *Calluna vulgaris* Hull) bewachsene Boden nur Bestände mitteleuropäischer Bäume, wie Sommer- und Wintereichen, Erlen, Espen, Birken, Bergahorn, Rotbuchen (selten) und nur die schönen echten Kastanienbäume, hie und da eine Mannaesche und einige Gräser und Stauden, wie:

Andropogon ischaemum L.
Gladiolus illyricus Koch
Dianthus barbatus L.
D. liburnicus Bartl.
Stellaria bulbosa Wulf.
Euphorbia carniolica Jacqu.
Hacquetia epipactis L.
Primula Columnae Ten.
Aster amellus L.
Linosyris vulgaris Cass.

erinnern an die illyrische Pflanzenwelt. Von immergrünen Gewächsen kommt nur der Efeu und die Stechpalme (*Ilex aquifolium* L.) häufiger vor.

An borealen und alpinen Gewächsen trifft man hier, wenn auch zum Teil mehr vereinzelt:

Blechnum spicant With.
Lycopodium clavatum L.
L. chamaecyparissus A. Br. (nach Pospichal)
Luzula nemorosa E. Mey.
Lilium martagon L.
Crocus vernus L.
Orchis sambucinus L.
O. speciosus Host
Gymnadenia albida Rich.
G. odoratissima Rich.
Anemone trifolia L.
Aruncus silvester Kost.
Chrysosplenium alternifolium L.
Polygala chamaebuxus L.
Ilex aquifolium L.
Erica carnea L.
Vaccinium myrtillus L.
Gentiana asclepiadea L.
G. pneumonanthe L.
Salvia glutinosa L.
Veronica latifolia L.
Petasites albus Gärtn.
Prenanthes purpurea L.
Arnica montana L.
Doronicum austriacum Jacqu.
Senecio Fuchsii Gmel.
Cirsium eriophorum Scop.

Schließlich ist noch jener Alpinen zu gedenken, die im Geschiebe des Isonzo sich vorfinden und deren Keime alljährlich durch die Hochwässer dieses Flusses weit in die Friaulische Ebene hinausgeführt werden.

Nach der vorhandenen Literatur[1] sowie nach meinen Aufzeichnungen finden sich auf den Schotterbänken des Isonzo oft nur vorübergehend manche Alpenpflanzen vor, welche sich zum Teil auch dauernd an den Uferböschungen angesiedelt haben.[2]

So reichen bis Görz:

Trisetum argenteum P. B.
Poa minor Gaud.
Calamagrostis villosa Mut.
Festuca stenantha Hackel
Tofieldia calyculata Wahl.
Rumex scutatus L.
Alsine laricifolia Crantz
Gypsophila repens L.[3]
Silene saxifraga L.
Arabis alpina L.
Polygala chamaebuxus L.
Peucedanum verticillare M. K.
Verbascum nigrum L.
Veronica fruticulosa L.
Alectorolophus angustifolius Gm.
Linaria alpina L.
Galium austriacum Jacqu.
Asperula aristata L. fil.
Scabiosa graminifolia L.
Campanula caespitosa Scop.
Carduus defloratus L.
Erigeron glabratus H. H.
Petasites niveus Baumg. (massenhaft)
Leontodon Berinii Roth
Chondrilla prenanthoides Vill.
Hieracium porrifolium L.
H. glaucum All.
H. staticifolium Vill.
Crepis alpestris Tausch

Auffällig ist unter diesen Pflanzen insbesondere *Scabiosa graminifolia* L., welche auf den das Isonzo-Tal umgebenden Hochgebirgen ober Görz noch nirgends aufgefunden wurde, wohl aber am Čavin vorkommt, demnach vielleicht der Bora ihre Vertragung verdankt.

Bis Gradisca wird *Calamagrostis villosa* Mut., bis Sagrado, 35 *km* vom nächsten Hochgebirge entfernt, werden *Arabis alpina* L., *Linaria alpina* L., *Petasites niveus* Baumg., *Cirsium eriophorum* Scop., *Hieracium porrifolium* L. vertragen.

---

[1] Namentlich nach Krašan in Öst.-bot. Zeit. (1863), 357; (1865), 102; und Pospichal, Flora des österr. Küstenlandes, Wien 1897 bis 1899.

[2] Die auf den Konglomeratblöcken und auf den Steilufern vorkommenden Alpinen wurden auf p. 1458 aufgezählt.

[3] Bei Podgora schon von Tommasini in Flora XX (1837), 68 angegeben.

Bei Pieris, 9 *km* vom Adriatischen Meere entfernt, kann man noch

Selaginella helvetica Link
Arabis alpina L.
Peucedanum verticillare M. K.
Petasites niveus Baumg. und
Leontodon Berinii Roth

beobachten und selbst noch bei Molina di Scobba nächst der Mündung des Isonzo wächst nach Pospichal *Veratrum album* L. mit *Hemerocallis flava* L. und manchen nordischen Gewächsen, wie:

Iris sibirica L.
Orchis maculatus L.
Dianthus superbus L.
Sium latifolium L.
Oenanthe fistulosa L.
Galium palustre L.
Crepis paludosa Mönch u. a.

wie auch die benachbarte Insel Morosini von derartigen Gewächsen:

Allium angulosum L.
Dianthus superbus L.
Clematis integrifolia L.
Filipendula ulmaria Max.
Peucedanum palustre Mönch
Senecio paludosus L. u. a. m.

aufweist. Ungefähr 45 *km* weit wurden also die Samen dieser Alpinen in die heiße Friaulische Ebene getragen und haben sich hier unter dem Einflusse des relativ kühlen Alpenflusses erhalten.

Die wichtigsten pflanzengeographischen Ergebnisse meiner Studien im Isonzo-Tale lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Die mediterrane Flora besitzt im Talbecken von Görz noch zahlreiche Vertreter, welche sich stellenweise an warmen Kalkgehängen derartig zusammenschließen, daß die nördliche Grenze dieser Flora längs den südlichen Abfällen des Trnovaner Waldes von der Liah-Quelle bis Solkan und von da auf den Monte Sabotino abgesteckt werden kann.

2. Am Monte Sabotino ist keine auffällige Vermengung der mediterranen Gewächse mit mitteleuropäisch-alpinen zu beobachten, sondern die mediterranen Pflanzen besiedeln die warmen und trockenen südwestlichen Gehänge dieses Berges bis zum Kamme, während die alpinen Gewächse die kühleren und feuchteren nordöstlichen Seiten und die Steilufer des Isonzo besetzt halten.

3. Nur sehr wenige, besonders anpassungsfähige mediterrane Pflanzen sind im Isonzo-Tale bis zur Flitscher Klause, im Bača-Tale bis gegen Grahovo und im Idria-Tale bis zum Strug zu verfolgen und teilen mit illyrischen und alpinen Arten innerhalb der mitteleuropäischen Flora den Standort. Ihre geringe Menge läßt sie als Relikte erkennen.

4. Der Weinbau hat schon in Ronzina keine Bedeutung. Weinreben werden aber in Lauben noch in Karfreit und in Grahovo gezogen. Getreidebau findet sich um Flitsch und im Bača-Tale nur unter 900 *m* Seehöhe.

5. Die geschlossenen Formationen der illyrischen Flora kommen nur bis zur Linie Selo—St. Luzia—Podmelez zur Entwicklung und räumen schon in einer Seehöhe von 630 bis 650 *m* dem voralpinen Rotbuchenwalde den Platz ein.

6. Im oberen Isonzo-Tale finden sich illyrische Gewächse nur an warmen, steinigen Stellen inmitten der mitteleuropäischen Vegetation eingestreut vor und auf Kalkfelsen sehr oft in Gesellschaft zahlreicher alpiner Gewächse. Sie verschwinden an solchen Stellen meist bei 900 bis 950 *m* Seehöhe gänzlich.

7. Am Predil erreicht die Hopfenbuche 900, die Mannaesche 1000 *m* Seehöhe und beide überschreiten hier die untere Höhengrenze der Legföhre.

8. Auf der Höhe des Predil sind die illyrischen Gewächse verschwunden und erst wieder im Tale von Raibl anzutreffen.

9. Die illyrischen Gewächse zeigen auf den warmen Hügeln bei Karfreit vor dem Isonzo-Defilé eine auffällige Verdichtung.

10. Die Formationen der mitteleuropäischen Voralpenflora halten das Isonzo-Defilé zwischen Karfreit und Serpenica besetzt und umschließen das Flitscher Talbecken bis Soča völlig.

11. Diese Formationen reichen an der Nordseite des Laščck-Gebirges und des Kuk bis in die Talsohle des Isonzo herab und bilden im oberen Isonzo-Tale den Hauptbestandteil der Vegetation an den Talhängen.

12. Die Verbreitung und das Vorkommen der illyrischen Gewächse liefert den Beweis, daß deren Stationen im oberen Isonzo-Tale als Relikte einer während der letzten Interglazialzeit eingedrungenen, aber durch die letzte Eiszeit dezimierten Flora anzusehen sind.

13. Dieser illyrischen Flora stand während der letzten Interglazialzeit eine Wanderstraße über den Predil nach Kärnten offen.

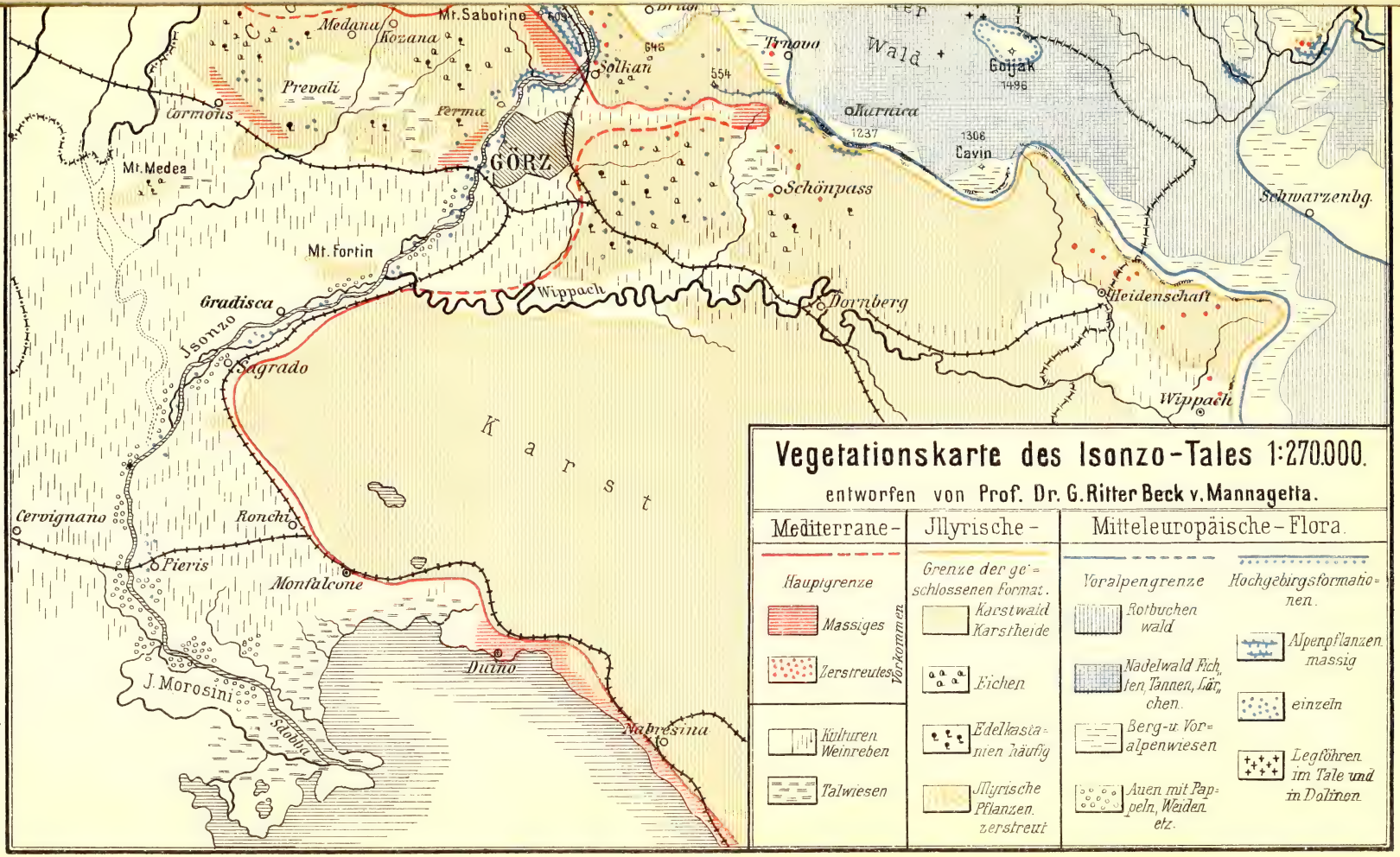
14. Viele illyrische Gewächse finden sich derzeit in Gesellschaft mitteleuropäisch-alpiner Arten und haben wahrscheinlich mit diesen die letzte Eiszeit an günstigen Stellen überdauert. Ihnen kommt aber in der Gegenwart, da sich die klimatischen Verhältnisse für ihr Gedeihen innerhalb der Alpen noch nicht günstig gestaltet haben, keine Wanderfähigkeit zu.

15. Die Formationen der illyrischen Flora endigen gegenwärtig an den Endmoränen der eiszeitlichen Gletscher.

16. Die zahlreichen Arten der mitteleuropäisch-alpinen Flora, welche sich im Isonzo-Tale von der Flitscher Klause bis Görz an Felsen und in kühlen Lagen vorfinden, zeigen in ihrer Vereinigung große Gleichförmigkeit und sind Residua der in der letzten Eiszeit von den Höhen herabgedrängten jetzigen Alpenflora, während die Standorte derselben auf den Schotterbänken des Isonzo südlich von Görz einer rezenten und sich gegenwärtig jährlich wiederholenden Ansiedlung herabgeschwemmter Keime ihre Entstehung verdanken.

17. Die mitteleuropäisch-alpinen Arten im Coglio und im eozänen Hügellande östlich von Görz verdanken ihre Erhaltung dem kühlen, wasserreichen Substrat und der Nähe der Voralpenregion im Trnovaner Walde.

18. Die mitteleuropäische Flora ist an der Zusammensetzung der Vegetation im Isonzo-Tale überall wesentlich beteiligt. Der Prozentsatz ihrer Arten im Vergleiche zur Gesamtzahl der vorkommenden Arten steigert sich in jenen Formationen, in welchen illyrische Gewächse vorkommen, von 62 (am Monte Santo) bis 87·5% (im Flitscher Talbecken), während sich die illyrischen Gewächse in ihrem Anteil an den gleichen Orten von 26·5 auf 12·5% verringern.



Vegetationskarte des Isonzo-Tales 1:270.000.

entworfen von Prof. Dr. G. Ritter Beck v. Mannagetta.

Mediterrane-

Hauptgrenze

Vorkommen:

- Massiges
- Zerstreutes
- Kulturen Weinreben
- Talwiesen

Illyrische-

Grenze der geschlossenen Format.

- Karstwald Karstheide
- Eichen
- Edelkastanien häufig
- Illyrische Pflanzen zerstreut

Mitteleuropäische-Flora.

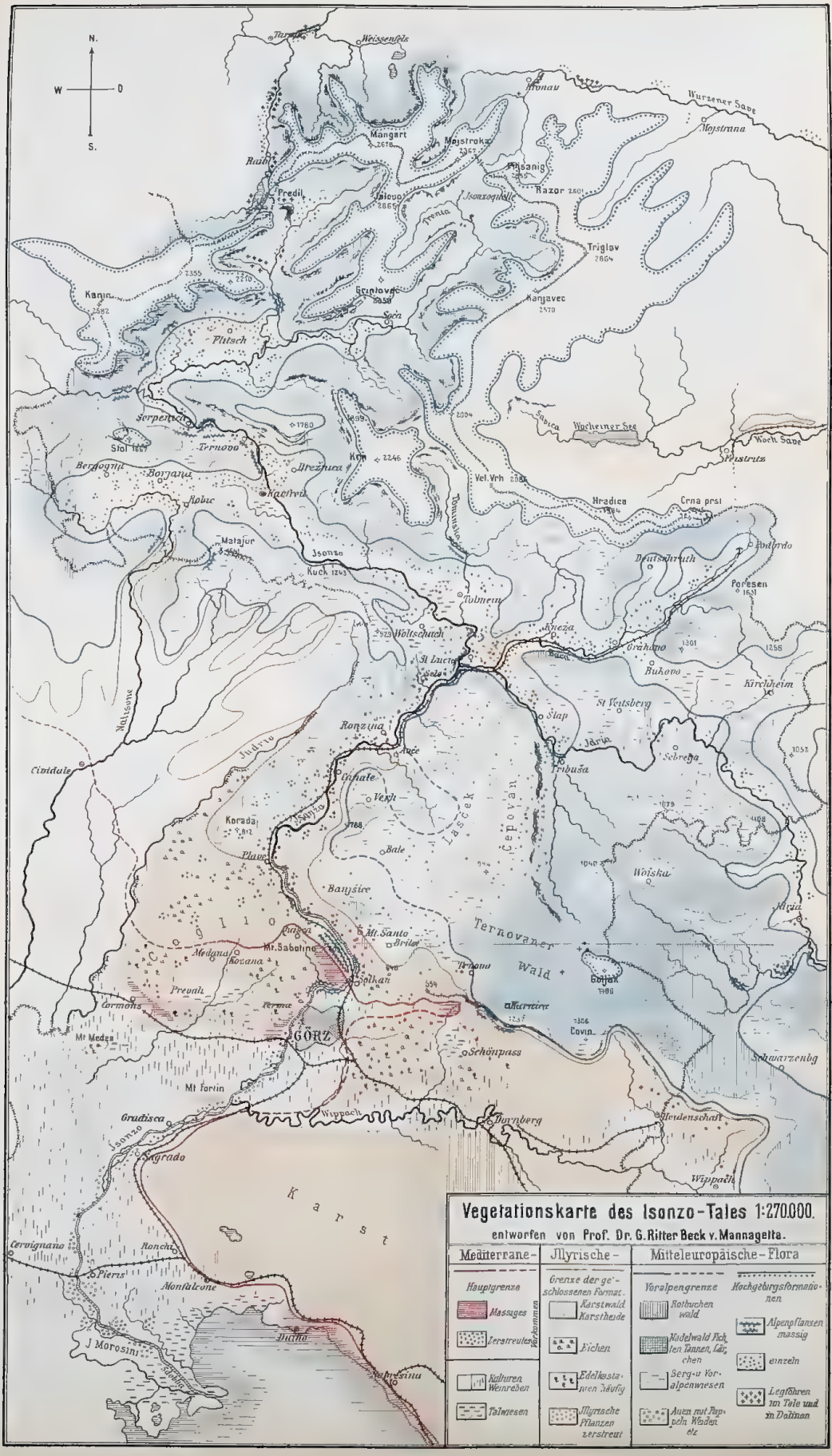
Voralpengrenze

- Rotbuchenwald
- Nadelwald Fichten Tannen, Lärchen.
- Berg-u. Voralpenwiesen
- Auen mit Pappeln, Weiden etc.

Hochgebirgsformationen.

- Alpenpflanzen massig
- einzeln
- Legföhren im Tale und in Dolinen.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Vegetationskarte des Isonzo-Tales 1:270.000.

entworfen von Prof. Dr. G. Ritter Beck v. Mannagetta.

Mediterrane-	Illyrische-	Mitteleuropäische-Flora
Hauptgrenze	Grenze der geschlossenen Format.	Voralpengrenze
Massiges Vorkommen	Karstwald Karstheide	Rotbuchenwald
Zerstreutes Vorkommen	Eichen	Nadelwald Fichten Tannen, Lärchen
Kulturen Weinreben	Edelkastanien häufig	Berg- u. Voralpenwiesen
Talwiesen	Illyrische Pflanzen zerstreut	Auen mit Pappeln Weiden etc.
		Hochgebirgsformationen: Alpenpflanzen massig; einzeln; Legföhren im Tale und in Dolinen

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse. Bd. CXXI. Abth. I. 1907.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien

Herpetologische Notizen (III.)

von

Dr. **Fr. Steindachner,**

w. M. k. Akad.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Oktober 1907.)

Ungalia melanura (Scheg.) Gray.

In einer größeren Sammlung von Schlangen aus Mexico und Costarica, welche ich schon vor einigen Jahren für das Hofmuseum erwarb, fand sich auch ein 54 *cm* langes Exemplar dieser Art vor, welches bei Orizaba gefangen wurde. Ich habe keinen hinreichenden Grund, die Genauigkeit dieser Fundortsangabe zu bezweifeln, zumal die ganze übrige Sammlung keine andere Art aus Westindien enthält, welche auf eine etwaige Verwechslung in den Fundortsangaben schließen ließe.

Bisher war *Ungalia melanura* nur von westindischen Inseln (Cuba) bekannt, nicht aber von dem Festlande Amerikas.

Totallänge dieses Exemplares 54 *cm*, Schwanzlänge 5·8 *cm*. 29 Schuppenreihen quer über den Rumpf. Bauchschilder 206, untere Schwanzschilder 35, Oberlippenschilder links 10, rechts nur 8, da die drei letzten zu einem einzigen Schilde vereinigt sind; das vierte und fünfte begrenzen das Auge nach unten. 1 Prä-, 3 Postocularia. Die Rumpfschuppen der vier untersten Reihen sind glatt, die übrigen gekielt. Körperzeichnung normal.

Hemidactylus ruspolii Blgr.

(= *H. erlangeri* n. sp.? Steind., Anz. k. Akad. d. Wiss. 1907, Nr. XIX, p. 355.)

Kopf dreieckig, nach vorn zugespitzt, an der Oberseite querüber flach, zuweilen längs der Schnauzenmitte ein wenig eingedrückt. Schnauze ebenso lang wie die Entfernung der

Augenmitte von der Ohröffnung, zirka $2^2/_5$- bis etwas mehr als zweimal länger als das Auge. Die größte Kopfbreite zwischen den Ohröffnungen ist zirka $1^1/_3$mal in der Kopflänge enthalten; die Kopfbreite in der Augengegend gleicht dem Abstande des vorderen Schnauzenendes vom hinteren Augenrande. Die ganze Oberseite des Kopfes und die Schläfengegend ist mit großen, gewölbten und deutlich gekielten, tuberkelartigen Schuppen bedeckt, die in der Schnauzengegend und in der Regel auch in der Stirngegend dicht aneinandergereiht liegen, weiter zurück aber durch schmale, von äußerst kleinen, kornartigen Schüppchen ausgefüllte Zwischenräume voneinander getrennt sind. Die in der Zügelgegend liegenden gewölbten Schuppen, namentlich die der mittleren Längsreihen, sind kleiner als die Schuppen an der Oberseite der Schnauze und gleichfalls durch kleine, kornartige Schüppchen voneinander getrennt.

Bedeutend kleiner dagegen sind die Schuppen der oberen Augendecke und in bogigen Längsreihen geordnet; nur ein bis zwei dieser Reihen enthalten bei einigen Exemplaren verhältnismäßig nicht unbedeutend größere (gewölbte) Schüppchen als die übrigen, die fast kornartig sind, bei anderen (kleineren) Exemplaren unterscheiden sich aber die Schuppen der Augendecke untereinander bezüglich ihrer Größe nicht besonders auffällig.

Rostrale vierseitig, breiter als hoch, mit oberer mittlerer Spalte; jederseits 8 Ober- und 7 Unterlippenschilder; Narinen nach vorn und unten von dem Rostrale und dem ersten Supralabiale, nach oben von zwei größeren Tuberschuppen, nach hinten von zwei kleineren Schuppen (der Zügelgegend) begrenzt (bei einem der uns vorliegenden Exemplare fehlt eine äußere Narinenöffnung beiderseits). Ohrmündung etwas schräg gestellt, nierenförmig.

Die vorderen 3 Infralabialia etwas größer als die entsprechenden Oberlippenschilder. Mentale groß, dreieckig, nach hinten zugespitzt und mit gerundetem Vorderrand. Auf das Mentale folgen jederseits zwei Paar Kinnschilder, von denen die größeren des ersten Paares hinter dem Mentale aneinander stoßen. Die übrigen an der Unterseite des Kopfes gelegenen

Schuppen sind sehr klein, schwach gewölbt; nur zunächst den 5 hinteren Unterlippenschildern nehmen sie merklich an Größe zu.

Rumpf deprimiert; Rückenfläche mit 14 bis 16 mehr minder regelmäßigen Längsreihen großer Schuppen von pyramiden- oder auch kegelförmiger Gestalt. Die größten dieser Tuberkeln liegen im mittleren Teile jeder Rückenhälfte, da die vertebrale Tuberkelreihe etwas schwächer entwickelte Tuberkeln enthält als die anstoßende Reihe und die Tuberkeln der zweiten bis dritten untersten, dem Bauchrande zunächst gelegenen Reihen allmählich an Umfang abnehmen, übrigens unter sich selbst an Größe variieren. Alle diese Tuberkeln sind von mehreren Reihen äußerst kleiner, kornähnlicher Schüppchen kranzförmig umgeben. Eine Reihe dicht aneinandergedrängter, schwach und stumpf gekielter, gewölbter Schuppen, die mit der Spitze nach hinten geneigt sind und sich daher wenigstens teilweise schwach dachziegelförmig decken, bilden die scharfe Abgrenzung der Rücken- und Bauchseite. Diese Randschuppen sind bedeutend kleiner als die früher erwähnten Tuberkeln und zirka zweimal größer als die Bauchschuppen. Letztere sind flach, klein, doch bedeutend größer als die Schuppen an der Unterseite des Kopfes. Sie decken sich gegenseitig nur wenig, dachziegelförmig, und sind am hinteren Rande gerundet, zugleich etwas breiter als lang.

Der Schwanz ist, wenn vollständig erhalten, zirka ebenso lang wie Rumpf und Kopf mit Ausschluß der Schnauze, und quer geringelt. Im vorderen Drittel seiner Länge stark verdickt und nur an seiner Basis ein wenig eingeschnürt, verjüngt sich der Schwanz in seinem zweiten Längendrittel gleichförmig und minder rasch als im letzten Längendrittel, welches stark zugespitzt endigt. Die Unterseite des Schwanzes ist flach, die Oberseite gewölbt.

Die Zahl der Querringe an der Oberseite des Schwanzes beträgt zirka 20 bis 21. Nächst dem vorderen Rande jedes Querringes liegt eine Querreihe großer, gekielter, nach hinten scharf zugespitzter, stachelartiger Schuppen, deren Zahl bei allmählicher Größenabnahme gegen das Schwanzende zu von 8 auf 6 und zuletzt auf 4 sich verringert. Das äußerste Schwanz-

ende selbst entbehrt größerer Dornschuppen. Die Grundschuppen an der ganzen Oberseite des Schwanzes sind sehr klein, schindelförmig gelagert, doch ein wenig (fast $1^1/_2$mal) größer als die am Rumpfrücken gelegenen. Die Schuppen an der flachen Unterseite des Schwanzes sind von elliptischer Form, unregelmäßig gelagert, unter sich von ungleicher Größe und selbst die kleinsten derselben bereits bedeutend größer als die Bauchschuppen. Eine Mittelreihe großer Schuppen kommt bei dieser Art an der Schwanzunterseite nicht zur Entwicklung. Bei einem Exemplar unserer Sammlung ist der Schwanz vollständig regeneriert, rübenförmig verdickt, nach hinten stark zugespitzt und an Länge zirka dem Abstande beider Extremitäten voneinander gleich, nicht geringelt und ausschließlich oben wie unten nur mit ganz kleinen geschindelten Schüppchen bedeckt.

Eine zusammenhängende, ⌣-förmige Reihe von 28 bis 30 Femoralporen (somit 14 bis 15 jederseits) bei Männchen.

Extremitäten von mäßiger Länge, die hinteren zirka $1^1/_2$mal länger als die vorderen. An der Unterseite des zweiten bis vierten Fingers liegen je 4, an der des ersten Fingers 2 paarige Lamellen, auf welche eine unpaarige Lamelle am Ende jedes Fingers folgt. An der Unterseite jeder Zehe, mit Ausnahme der Innenzehe, liegen 4 bis 5, an der Innenzehe 2 paarige Lamellen vor der unpaarigen distalen Lamelle.

Rücken hellgrauviolett, mit 3 Längsreihen tiefbrauner, großer, langgestreckter Flecken. Eine braune Binde zieht vom seitlichen Vorderrande der Schnauze, vom Auge unterbrochen, bis zur Ohrmündung. Oberseite des Kopfes unregelmäßig braun gefleckt, bei einem Exemplare unserer Sammlung einfärbig hell-bräunlichgrau.

Fünf Exemplare aus Abyssinien, gesammelt gegen Mitte Mai 1901 von Herrn Baron Carlos Erlanger.

Diese Art, welche zuerst von Dr. Boulenger in »Annali del Museo civico di Storia naturale di Genova« Ser. II, Vol. XVII, p. 6, nach Exemplaren aus dem Somali- und Gala-Lande beschrieben wurde, steht bezüglich der starken Entwicklung, Form und Kielung der Rückentuberkeln sowie auch nach der groben Beschuppungsweise der Kopfoberseite und der Ringelung des

Schwanzes dem *H. macropholis* Blgr. ziemlich nahe. Auch von dieser letztgenannten, schlankeren und ungefleckten Art besitzt das Wiener Museum Exemplare aus Abyssinien durch Baron Erlanger.

H. ruspolii Blgr. besitzt wohl gleich *H. squamulatus* Tornier jederseits 14 bis 16 Präanalporen, unterscheidet sich aber wesentlich von letzterer Art wie von *H. tropidolepis* Mocq. durch die größere Anzahl paariger Lamellen an der Unterseite der Finger und Zehen und durch die deutliche Ringelung des Schwanzes, an dessen Oberseite bei *H. squamulatus* große, tuberkelartige, gekielte Schuppen in mehreren Reihen vorkommen, während bei *H. tropidolepis* nach Mocquard der nicht geringelte Schwanz ringsum mit gleichgroßen, glatten Schuppen bedeckt und an der Unterseite der Zehen und Finger nur eine, die vorletzte der Lamellen, paarig ist, die übrigen Lamellen aber nur einen mehr oder minder tiefen medianen Einschnitt zeigen.

Platypholis fasciata Blgr.

Syn.: *Homopholis erlangeri* Steind., Ann. k. k. naturh. Hofmus., Bd. XXI, Heft 2, p. 149 bis 151, Taf. IX.

Bei der kürzlich vorgenommenen Skelettierung eines der im Wiener Museum befindlichen Exemplare zeigte es sich, daß bei dieser Art nicht nur am Daumen eine Kralle entwickelt ist, wie Dr. Tornier zuerst nachwies, sondern auch an der Innenzehe. Es sind somit bei *Platypholis* sämtliche Finger und Zehen mit Krallen bewaffnet. Vielleicht wird sich ein ähnliches Verhalten auch für die *Homopholis*-Arten bei einer neuerlichen gründlichen Untersuchung nachweisen lassen. Bezüglich der Entwicklung der Analporen sei bemerkt, daß unter den 7 Exemplaren, die das Wiener Museum von *Pl. fasciata* besitzt, bei 3 Exemplaren (Männchen) ein Präanalporus auf jeder Körperseite sich vorfindet, aber so undeutlich entwickelt ist, daß er von mir bei der Beschreibung von *Homopholis erlangeri* (l. c.) = *Platypholis fasciata* Blgr. übersehen wurde. Die Schuppen, auf welchen diese beiden Poren liegen, sind in Form und Größe von den übrigen benachbarten Schuppen nicht wesentlich verschieden.

Elosia nasus Tsch.

Ich erhielt gegen 60 Exemplare dieser Art von Theresopolis in verschiedenen Größen. Haut des Rückens äußerst fein, dicht chagriniert. Männchen mit äußeren Schallblasen. Die Tibiotarsal-Artikulation der nach vorn angelegten hinteren Extremitäten reicht nie ganz bis zum Vorderrand der Schnauze, zuweilen nur bis zum hinteren Augenrande.

An jedem Seitenrande des Sternums ist ein ovales Knochenfeld entwickelt, welches bei 50maliger Vergrößerung sehr deutlich sichtbar ist und in der Sternummitte durch einen breiten Knorpelstreif von dem der entgegengesetzten Seite getrennt wird. Das hintere knorpelige Endstück des Sternums endigt in zwei Läppchen, die durch einen sehr schmalen spitzwinkeligen Einschnitt voneinander getrennt sind.

Die Gattung *Crossodactylus* D. B. ist, wie schon Dumeril und Bibron hervorheben, zunächst verwandt mit *Elosia* und ganz verschieden von *Leptodactylus*.

C. gaudichaudii = *Tarsopterus trachystomus* Rhdt. und Lütk. = *Leptodactylus gaudichaudii* Blgr., kommt gleichfalls nicht selten bei *Theresopolis* vor. Die in unserem Besitz befindlichen 3 Exemplare, ♂, zeigen zahlreiche winzige Hornspitzen am Rande der Oberlippe und 2 bis 3 Dornen an der Innenseite des Daumens, die zur Fortpflanzungszeit sich entwickeln. Finger- und Zehenenden wie bei *Elosia*. Männchen ohne äußere Schallblasen.

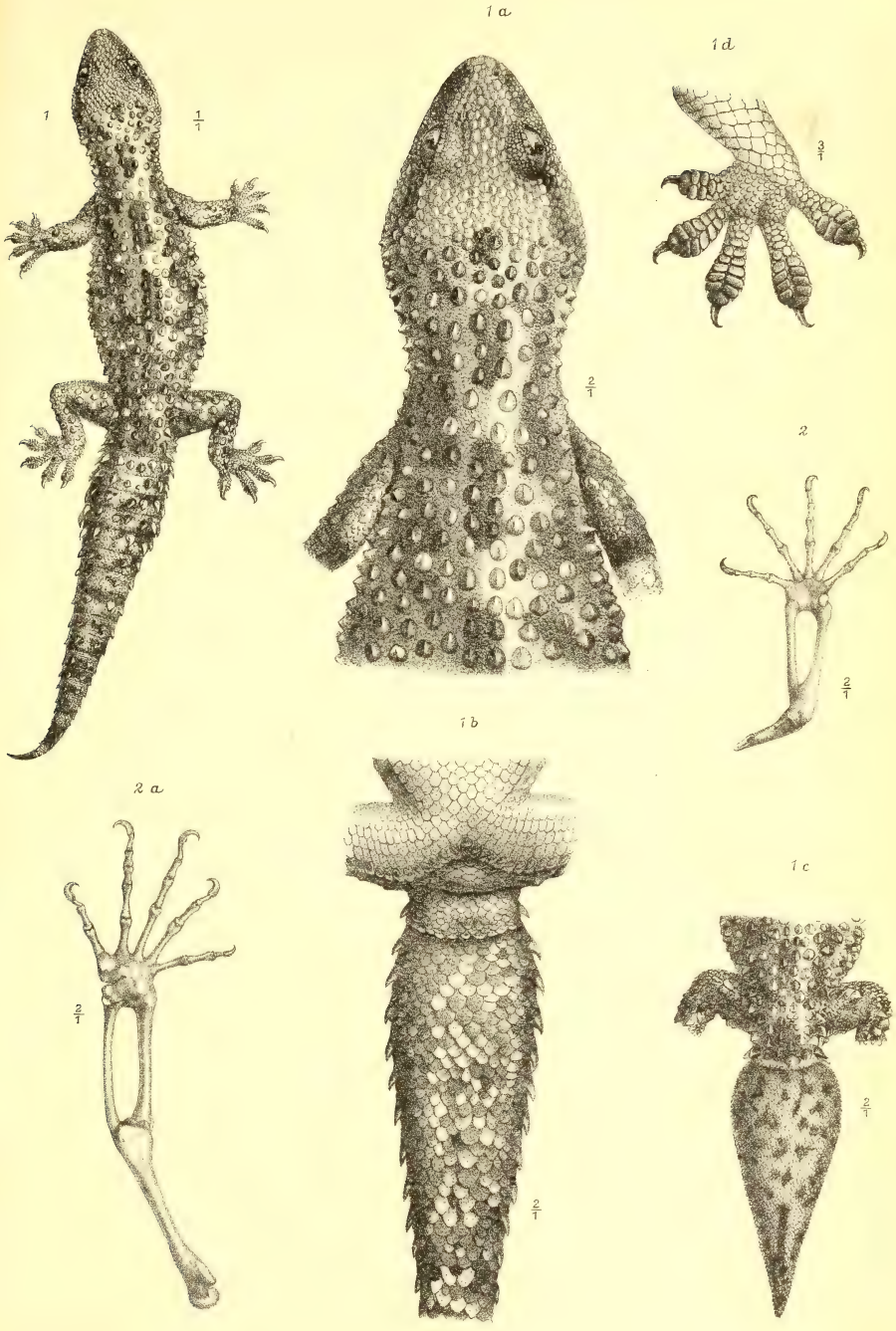
Tafelerklärung.

Hemidactylus ruspolii Blgr.

Fig. 1. ♂ in natürlicher Größe. Obere Ansicht.
» 1*a*. ♂. Oberseite des Kopfes und Nacken, zweimal vergrößert.
» 1*b*. ♂. Unterseite des Schwanzes, zweimal vergrößert.
» 1*c*. ♂ mit regeneriertem Schwanze, obere Ansicht.
» 1*d*. ♂. Untere Ansicht der Zehen.

Platypholis fasciata Blgr.

Fig. 2. Untere Ansicht des rechten Vorderfußes, dreimal vergrößert.
» 2*a*. Untere Ansicht des linken Hinterfußes, zweimal vergrößert.



J. Fleischmann, n. d. N. lith. Druck von Alb. Berger, Wien, VIII.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse, Bd. CXVI, Abt. I, 1907.

Beiträge zur Kenntnis einiger Amorpha-Arten

von

Dr. **Rudolf Wagner.**

(Mit 4 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 24. Oktober 1907.)

Die morphologischen Angaben über die Arten der Gattung *Amorpha* L. beschränken sich auf die in der deskriptiven Literatur üblichen Daten, Besonderheiten irgend welcher Art scheinen bisher nicht registriert zu sein und auch die meines Wissens einzige Angabe[1] über die Innovationsbildung von *Amorpha fruticosa* L. schweigt sich über Vorkommnisse vollständig aus, die nicht nur innerhalb der Familie, sondern im gesamten Bereiche der Pflanzenwelt bisher nicht beobachtet sind. Es mag das bei einer so häufig und lange kultivierten Pflanze,[2] wie es die genannte Art ist, wohl befremdlich erscheinen, doch handelt es sich, wie vorweggenommen sein mag, um Verwachsungen, nach denen eben bei dieser Familie niemand sucht, die teilweise bei der Kürze vieler Internodien wenig in die Augen springen und schließlich auch nicht bei jedem einzelnen Blütenstand so hervortreten wie in dem in Fig. 1 dargestellten Falle. Überdies lehrt die Erfahrung, daß man bei dem gewöhnlichsten Materiale in der Lage ist, morphologisch zu botanisieren, eben aus dem Grunde, weil die Grundsätze der topographischen Morphologie wohl allgemein vorgetragen werden, ihres anderen Kapiteln gegenüber minderwertigen Reizes wegen aber geringere Aufmerksamkeit finden. So ist es psychologisch zu erklären, daß wir auf einem vor

---

[1] Österr. bot. Zeitschr., Vol. LI (1901), p. 451.

[2] Die Einführung erfolgte nach Edwards in Bot. Reg., Vol. V, 427 (Jänner 1820) im Jahre 1724 durch Mark Catesby.

rund 80 Jahren mit Hochdruck in Angriff genommenen Gebiete uns heute noch so sehr mit den ersten Voruntersuchungen abmühen müssen, daß kein einziger der jetzt lebenden Botaniker je in die Lage kommen wird, sich einen guten Überblick über die Angiospermen vom Standpunkte der vergleichenden Morphologie aus zu verschaffen; es liegt da eben ein Gebiet vor, das zu den schlechtest bekannten der ganzen Botanik gehört und das außerdem ungewöhnliche Materialschwierigkeiten bietet. Eine zusammenhängende Darstellung der ganzen Gattung zu geben, bin ich schon aus dem letzterwähnten Umstande nicht in der Lage, muß mich vielmehr auf die Beobachtungen beschränken, die sich, was die anderen Arten betrifft, auf dürftiges, von Floristen gesammeltes Herbarmaterial stützen. Die folgenden Zeilen beschränken sich also auf einen kasuistischen Beitrag; Schlüsse auf die Verwandtschaftsverhältnisse auf Grund so isolierter Beobachtungen zu ziehen, liegt mir fern.

In Fig. 1 ist der unterste Teil eines terminalen Blütenstandes von *Amorpha fruticosa* L. abgebildet. Die Laubblätter stehen in einer Linksspirale,[1] deren Divergenzen anfangs etwa $^2/_5$ entsprechen, die aber wie so häufig gegen die florale Region hin anderen Werten weichen, wie die Bezeichnung der einzelnen Elemente in der Abbildung lehrt. Wie in früheren Abhandlungen so sind auch hier die Blätter mit kleinen Buchstaben, die Achselprodukte mit den entsprechenden großen bezeichnet; zu bemerken ist dabei, daß der Buchstabe g willkürlich gewählt ist. Während nun die aus den Achseln der tiefer inserierten Blätter entspringenden Achselprodukte, von den in der Familie so häufigen basipetalen Serialsprossen abgesehen, besonderes nicht aufweisen, finden wir in der Nähe der Infloreszenz plötzlich und unvermittelt auftretend eine sich auf mehrere Zentimeter erstreckende Konkauleszenz des Hauptachselproduktes, die sich also bei der Kürze der Internodien bis in die Mitte des Internodiums h—i hinein fortsetzt.

---

[1] Seit den Ausführungen über *Phlox paniculata* L. in diesen Sitzungsberichten gebrauche ich die Richtungsangabe nicht im Sinne von Sachs, sondern in dem der Mathematik, somit der gesamten Technik und der anderen Naturwissenschaften.

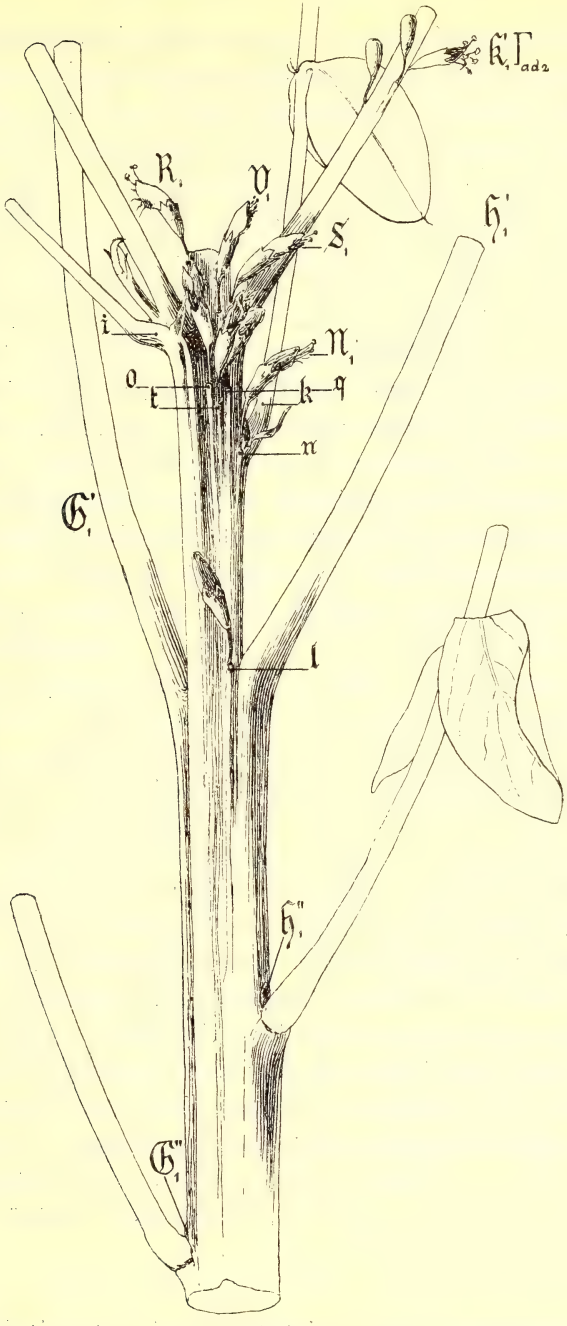


Fig. 1.
Amorpha fruticosa L. Unterster Teil eines Blütenstandes. Näheres im Texte.

Nun tritt eine Erscheinung ein, die wir bei der Konkauleszenz, soweit bis jetzt bekannt, stets treffen, nämlich die Regression: das nächstfolgende Hauptachselprodukt $\mathfrak{H}'_1$ verwächst nur mehr auf eine erheblich geringere Strecke, so daß seine scheinbare Insertion in der Höhe von $\mathfrak{G}'_1$ liegt. Die beiden Hauptachselprodukte stellen Innovationen dar, deren Hypopodien eine Länge von mehreren Zentimetern erreichen. Das nächste Blatt i findet sich in einer sehr überraschenden Stellung, nämlich höher inseriert als die weiterhin folgenden Blätter bis inklusive o. Entwicklungsgeschichtlich ist diese Metatopie leicht verständlich: die basale Meristemzone, die bei der Entstehung der Konkauleszenz funktioniert, hat eben im gegebenen Falle auf die Blattbasis, beziehungsweise den unmittelbar darunter befindlichen Achsenteil übergegriffen, so daß bei der auf verschiedenen Radien ganz verschiedenen Wachstumsintensität die Verschiebung von Blatt und Achselprodukten zu diesem Extrem führen mußte. Das Blatt i zeigt drei Achselprodukte, der erste Beisproß ist etwas mit dem Hauptachselprodukt verwachsen, der zweite Beisproß als ganz kleine Knospe in der Figur gerade noch zu erkennen. Das eigenartige Verhalten von i und seinen Achselprodukten, das man, wenn man will, als eine Kombination von Kon- und Rekauleszenz[1] auffassen kann, habe ich bei unserer Art nur ausnahmsweise beobachtet, es findet sich aber in einer ganz anderen Angiospermengruppe mit ziemlicher Konstanz, worüber in einer die Gattung *Malcolmia* R. Br. betreffenden Abhandlung demnächst an anderer Stelle näheres mitgeteilt werden soll.

Das Blatt f, das oberste Laubblatt, weist mit seinen Achselprodukten wiederum eigentümliche Verhältnisse auf. Wie die Stellung zu f zeigt, haben wir hier eine ähnliche Komplikation wie bei i zu registrieren, dagegen hat auch oberhalb des ersten, nur als Knospe entwickelten Beisprosses eine kräftige Meristemtätigkeit eingesetzt, so daß die Konkauleszenz des Hauptachselproduktes, einer opisthodromen Traube, deutlich in die Erscheinung tritt.

---

[1] Die letztere Art der Verwachsung ist entschieden in der Familie sehr selten; bis jetzt sind mir erst zwei Fälle bekannt geworden.

Weiterhin folgen ausschließlich kleine Brakteen, die, in komplizierten, wohl auch ziemlich unregelmäßigen Divergenzen angeordnet, Metatopien unter Ausschaltung der Konkauleszenz aufweisen, so daß die Bestimmung der einzelnen Elemente meist mit großer Sorgfalt erfolgen muß.

Es erübrigt noch zu bemerken, daß das Verhalten der fraglichen Blätter und Achselprodukte selbstverständlich eine große Anzahl von Varianten zuläßt, die durch das Maß der Konkauleszenz, durch deren Kombination mit Rekaulezenz, ferner durch das Tempo der Regression, durch die Anzahl der überhaupt verwachsenden Elemente sowie durch die Änderungen der Divergenz bedingt sind; wie oben schon angedeutet, kommen auch Fälle vor, und zwar recht häufig, in denen die untersten, stets in den Achseln von Brakteen entwickelten Blüten wirklich oberhalb der Laubblätter stehen, und auch solche, wo sie oberhalb der konkauleszierenden Innovationen sich finden. Die vorhandenen Abbildungen versagen in diesen Dingen.

Daß Verwachsungen der geschilderten Art nicht auf die besprochene Spezies beschränkt sind, zeigen eine Reihe von Beobachtungen, die an Herbarmaterial gemacht wurden und die vor der Besprechung der kompliziertesten Fälle hier in Kürze mitgeteilt sein mögen.

Amorpha angustifolia Boynh.[1] hat wie alle übrigen hier erwähnten Arten terminale Blütenstände; die Innovationen entwickeln sich aus den Achseln der obersten Laubblätter und weisen regressive Konkauleszenz auf; die Konkauleszenz setzt mit Verwachsungen bis auf 5 *cm* ein.

A. californica Nutt.[2] zeigt in mexikanischen Exemplaren sehr starke Störungen; die Konkauleszenz erreicht zwar nur 1 *cm*, doch kommen erhebliche Metatopien der Laubblätter, so daß man unterhalb solcher mehrere Blüten konstatieren kann. Für

---

[1] F. Lindheimer, Flora texana exsiccata, n. 595 (1847), ausgegeben als *A. fruticosa* L. var. *subglabra*.

[2] C. G. Pringle, Plantae Mexicanae, n. 1588, von Paso del Norte in Chihuahua.

A. Caroliniana Croom.[1] habe ich gleichfalls regressive Konkauleszenz notiert; größtes Ausmaß 1 *cm*. Das nämliche gilt für texanische Exemplare von

A. laevigata Nutt.,[2] ohne daß übrigens hier Metatopien im oben dargestellten Sinn zur Beobachtung gelangten; selbstverständlich kann auf Grund eines so dürftigen Beobachtungsmateriales das Vorkommen von derartigen Störungen nicht a priori bestritten werden. Bezüglich der

A. Tennessensis Shuttl.[3] ist das nämliche zu bemerken; Rugel'sche Exemplare vom Locus classicus zeigen Konkauleszenz bis zu 2 *cm*.

A. virgata Small[4] in Exemplaren vom Locus classicus, dem Stone Mountain, De Kalb County, Georgia, zeigt Konkauleszenz der Innovationen bis auf 1 *cm*, im übrigen mit den bei *A. laevigata* Nutt. gemachten Einschränkungen.

Vor Besprechung der kompliziertesten Art, der *A. paniculata* Torr., mögen noch zwei floridanische Formen Erwähnung finden, die von C. K. Schneider als der *A. virgata* Small nahestehend betrachtet werden.[5]

Unter dem Namen *A. fruticosa* hat Tracy[6] eine bei Clearwater gesammelte Pflanze sub Nr. 6870 ausgegeben, die indessen weder zu dieser Art noch zu *A. virgata* Small gehört; augenscheinlich dieselbe Art sammelte er bei Lemon City; die durch die Gestalt der Blätter und Blüten abweichende Art, die als *A. Tracyi* bezeichnet sein mag, schließt sich in ihrem Verhalten eng an *A. fruticosa* an. Das nämliche gilt von einer zweiten floridanischen Pflanze, die durch auffallend große

---

[1] Tennessee, ohne speziellere Standortsangabe, leg. Rugel.

[2] F. Lindheimer, Flora Texana exsiccata, n. 38 sub nom. *A. glabra* Desf.

[3] Tennessee, ad rivulos prope Dandridge, leg. Rugel; des weitern Biltmore-Herbarium, n. 1381*a*, banks of the Ocoee River, Polk County, ein nach Angabe der Schedula 15 Fuß hoher Strauch; ausgegeben als *A. fruticosa* L. An diesen Exemplaren erreicht die Konkauleszenz 1 *cm*.

[4] Biltmore, Herbarium. n. 14*c*; die Abbildung in Bull. Torr. Bot. Club, Vol. XXI, tab. 171 (1894), läßt von diesen Verhältnissen nichts erkennen.

[5] Herb. Mus. Pal. Vindob., in schedulis.

[6] Tracy, Plants of the Gulf States, n. 7726.

Stipellen[1] ausgezeichnet ist und daher als *A. stipellata* bezeichnet sein mag.[2]

In Fig. 2 ist der unterste Teil einer Infloreszenz auf Grund eines im k. k. Naturhistorischen Hofmuseums liegenden

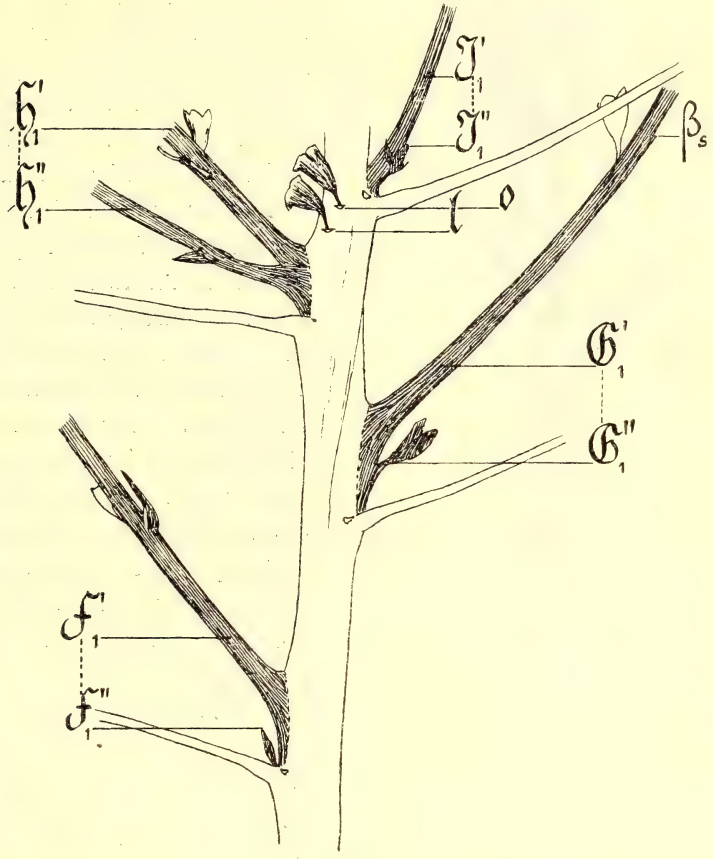


Fig. 2.

Amorpha stipellata. Unterer Teil einer Infloreszenz. Näheres im Text.

---

[1] Bezüglich der Stipellen geben Bentham und Hooker fil. in Genera plantarum, Vol. I, p. 492 (Oktober 1865) an: »foliolis ... nonnunquam minute stipellatis«. Vertrauenerweckender scheint mir die Angabe Baillons in seiner Histoire des plantes, Vol. II, p. 287 (1869): »stipellis saepius setaceis caducissimis«.

[2] Eine Beschreibung der beiden Sträucher soll unter Richtigstellung der neuesten Literaturangaben über die Blätter an anderer Stelle erfolgen.

Exemplares gezeichnet, die Blattstellung ist eine Rechtsspirale anfangs nach $^3/_8$, in der die Divergenzen nachher in gewohnter Art komplizierter werden. Eine Drehung der relativen Hauptachse ist angedeutet, entstanden ist sie durch das Pressen des Herbarmaterials. Die konsekutiven Sproßgenerationen sind abwechselnd dunkel und hell gehalten. Auffallend ist hier die starke Entwicklung der Beisprosse, ein Moment, das bei *A. paniculata* Torr. noch mehr in die Erscheinung tritt. An der Basis der vier nicht weiter bezeichneten Laubblätter, die aus ihren Achselprodukten als f, g, h und i zu erkennen sind, sehen wir die Narben der abgefallenen Stipulae. Die Metatopie von i und seinen Achselprodukten reicht so weit, daß sie über o inseriert erscheinen.

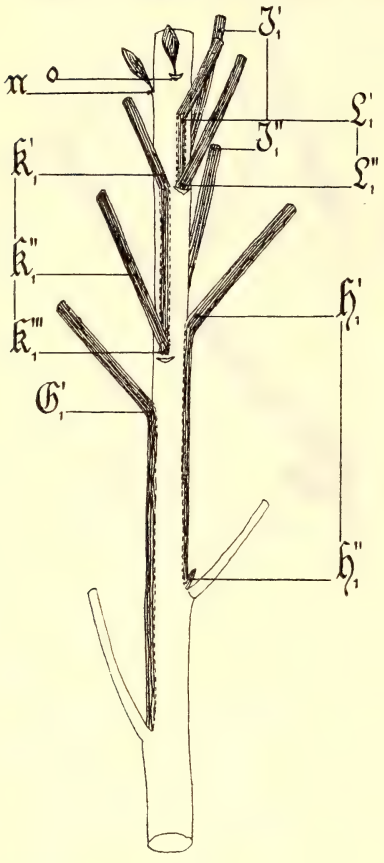


Fig. 3.
Amorpha paniculata Torr. Halbschematische Darstellung des unteren Teiles einer Infloreszenz. Näheres im Text.

Wie schon oben erwähnt, ist die nach C. K. Schneider nicht in Kultur befindliche *A. paniculata* Torr.[1] durch die starke Entwicklung von Beisprossen ausgezeichnet; während das Hauptachselprodukt regressive Konkauleszenz aufweist, gilt das vom ersten Beisprosse nicht oder doch nur in ganz geringem, für den Habitus wenig ins Gewicht fallenden Maße. Dadurch ergeben sich ziemlich komplizierte Bilder. Der Einfachheit halber mag zunächst der

[1] F. Lindheimer, Flora Texana exsiccata, n. 37 (1843), in Herb. Mus. Pal.

Übergang von den Innovationen zur terminalen Infloreszenz in Fig. 3 abgebildet werden. $\mathfrak{G}_1'$ verwächst bis nahe zur Insertion von $\mathfrak{k}$, $\mathfrak{H}_1'$ darüber hinaus, $\mathfrak{J}_1'$ bis über $\mathfrak{l}$, ebenso $\mathfrak{K}_1'$. Mit Ausnahme von $\mathfrak{g}$ und $\mathfrak{h}$ sind sämtliche Laubblätter an dem ziemlich defekten, aber für diese Feststellungen immerhin ausreichenden Herbarmaterial abgefallen, die Blattstiele in der Abbildung nur angedeutet.

Einen Einblick in den Bau der »panicula«, genauer zusammengesetzten Traube der *A. paniculata* Torr. gewährt Fig. 4.[1] An der Infloreszenzhauptachse sind hier, entsprechend dem Erhaltungszustand des Materiales, sechs Laubblätter angedeutet, nach ihren Achselprodukten als $\mathfrak{f}$, $\mathfrak{g}$, $\mathfrak{h}$, $\mathfrak{i}$, $\mathfrak{k}$ und $\mathfrak{l}$ zu bezeichnen. Die Serialsprosse treten hier stark zurück und sind ausnahmslos nur in Gestalt kleiner Knospen entwickelt. In verschiedenem Maße macht sich hier die Konkauleszenz des Hauptachselproduktes geltend; während $\mathfrak{F}_1'$ nur in das Internodium $\mathfrak{g}$—$\mathfrak{h}$ hineinwächst, und zwar bis nahe zur Insertion des letztgenannten Blattes, überschreitet $\mathfrak{G}_1'$ das allerdings viel kürzere Internodium $\mathfrak{h}$—$\mathfrak{i}$ und $\mathfrak{H}_1'$ die wieder erheblich längere Strecke $\mathfrak{i}$—$\mathfrak{k}$. $\mathfrak{J}_1'$ verwächst weit über $\mathfrak{k}$ hinaus bis nahe zur Insertion von $\mathfrak{l}$, das in der Zeichnung rechts oben an der relativen Hauptachse mit seinen Achselprodukten angedeutet ist.

Was das Verhalten der an der Hauptachse inserierten Beisprosse anbelangt, so finden wir nur zweimal Verwachsungen: eine kleine, die sich etwa auf 2 *mm* erstreckt bei $\mathfrak{R}_1''$, und eine große, auf 55 *mm* ausgedehnte bei $\mathfrak{J}_1''$, wo die erste Serialknospe unmittelbar unter der Abzweigung des Hauptachselproduktes sich findet. Im letzteren Falle ist noch eine zweite Serialknospe entwickelt, die direkt in der Achsel von $\mathfrak{i}$ sitzt. Durch eine starke, beim Pressen des Herbarexemplares erfolgte Torsion ist die Übersichtlichkeit des Bildes etwas gestört.

Von Seitenachsen erster Ordnung kommen hier für uns nur die Hauptachselprodukte in Betracht, die, soweit sie zur

[1] Um die Abbildung nicht zu sehr mit Formeln zu überladen, sind diese nur teilweise in die Abbildung eingetragen und außerdem wiederholt gekürzt, doch sind alle im Text durch Formeln bezeichneten Elemente ohneweiters mit Teilen der Abbildung zu identifizieren.

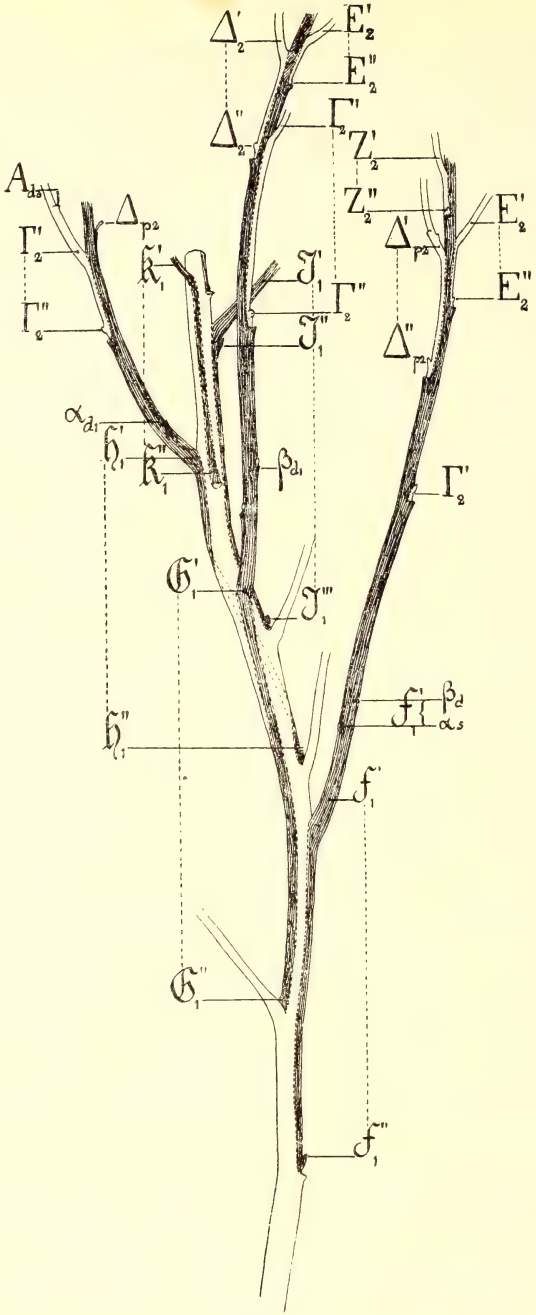


Fig. 4.

Amorpha paniculata Torr. Halbschematische Darstellung des unteren Teiles der floralen Region. Näheres im Text.

Beobachtung gelangten, sich sämtlich als opisthodrom erwiesen.

Bei $\mathfrak{F}_1'$ folgt auf ein kräftig entwickeltes Hypopodium ein kurzes Epipodium, weder das anodische α-Vorblatt noch das andere haben Achselprodukte entwickelt, erst aus der Achsel von $\mathfrak{F}_1'\gamma$ hat sich eine kleine konkauleszierende Knospe entwickelt, die in Fig. 4 abgekürzt mit Γ_2' bezeichnet ist. An dieser Seitenachse erster Ordnung — relativ genommen — erweist sich nun die Konkauleszenz nicht als streng regressiv, indem das δ-Achselprodukt in viel größerem Ausmaße verwächst, dann allerdings in geringerem diejenigen von ε und ζ. Bei δ und ε zeigen die ersten Beiknospen ein ähnliches Verhalten, wie es schon für $\mathfrak{K}_1''$ festgestellt wurde, indem auch sie sich, wenn schon nur in geringem Maße an der Konkauleszenz beteiligen. Übrigens macht sich an dieser höheren Achse das regressive Moment noch insofern geltend, als hier die Verwachsung das zweite Internodium nicht mehr überschreitet; $\mathfrak{F}_1'\Delta_{p2}'$ verwächst nur mehr etwas über die Mitte des Internodiums $\mathfrak{F}_1'\varepsilon$—$\mathfrak{F}_1'\zeta$, das nächstfolgende Hauptachselprodukt $\mathfrak{F}_1'E_2'$ nicht einmal mehr bis zum Blatte $\mathfrak{F}_1'\zeta$.

Bei $\mathfrak{G}_1'$ finden wir gleich wie bei $\mathfrak{F}_1'$ ein anodisches, also nach links fallendes α-Vorblatt. Hier sind in den Achseln beider Vorblätter kleine, weiter nicht zur Entwicklung gelangte Knospen nachzuweisen, die keine Verwachsung zeigen; dagegen setzt beim γ-Hauptachselprodukt die Konkauleszenz desto kräftiger ein, indem dieser Sproß bis nahezu zur Mitte des Internodiums $\mathfrak{G}_1'\delta$—$\mathfrak{G}_1'\varepsilon$ verwächst. $\mathfrak{G}_1'\Delta_{p2}'$ verwächst bis zur Insertion der abgefallenen Braktee $\mathfrak{G}_1'\zeta$, deren Narbe als schwarzes Dreieck unterhalb des stehen gebliebenen weiß gehaltenen Blütenstieles zu erkennen ist. Das γ- wie δ-Achselprodukt erscheint hier serial bereichert, allerdings nur durch kleine Knospen, bei denen sich Konkauleszenz in geringem Maße zeigt. Bei der nächsten Serialknospe, bei $\mathfrak{G}_1'E_2''$ kommt diese indessen in Wegfall, doch verwächst hier das Hauptachselprodukt bis über die Insertion der Blüte $\mathfrak{G}_1'Z_2$ hinaus.

$\mathfrak{H}_1'$ zeigt eine andere Orientierung des α-Vorblattes, indem dieses kathodisch ist, in der Figur kurz bezeichnet mit α_{d_1}. Das γ-Hauptachselprodukt ist hier eine seiner Abstammungsachse

homodrome Infloreszenz, die nur mehr etwa auf drei Viertel des zugehörigen Internodiums verwächst. Die Regression ist hier eine sehr jähe, da schon das δ-Achselprodukt unmittelbar in der Achsel einer median nach hinten fallenden Braktee steht und gleich $\mathfrak{H}_1'\Gamma_2'A_{d3}$ eine Blüte ist. Die nunmehr noch folgenden Sprosse sind, soweit als das der Erhaltungszustand erlaubt, schon besprochen, leider reicht eben das Herbarmaterial zu einer eingehenderen Darstellung dieser, wie es scheint, ziemlich isoliert stehenden Art nicht aus.

Die hier so oft erwähnten Beiknospen sind bei einer ganzen Anzahl von Arten zur Beobachtung gelangt; wo keine spezielleren Angaben mitgeteilt sind, handelt es sich um Exemplare, deren Herkunft schon oben erwähnt wurde.

Amorpha angustifolia Boynh., *A. californica* Nutt. an Exemplaren aus Arizona,[1] wo sich unterhalb von Partialinfloreszenzen erster Ordnung kleine Knospen nicht näher untersuchten Charakters finden; Beisprosse vegetativen Charakters finden sich bei *A. glabra* Poir.,[2] wo sie ebenfalls unter den Partialinfloreszenzen erster Ordnung auftreten. Unterhalb der lange, dünne Ähren bildenden Teilblütenstände erster Ordnung von *A. herbacea* Walter[3] sind gleichfalls seriale Knospen zu sehen, ebenso bei der bereits besprochenen *A. laevigata* Nutt. und bei *A. Tennessensis* Shuttl.

Bei einer Art fand ich trotz relativ reichlichen Herbarmaterials nichts von den genannten Eigentümlichkeiten, nämlich bei *A. canescens* Nutt.;[4] das sieht nicht gerade wie ein Zufall aus, kann aber immerhin einer sein; es ist ja sehr möglich, daß die in Frage kommenden Komplikationen sich nur bei einer Anzahl von Arten, vielleicht sogar bei der überwiegenden Mehrzahl

---

[1] C. G. Pringle, Flora of the Pacific Slope, Santa Rita Mts. (Herb. Univ. Vind.).

[2] »Ad rupes in montibus ad Broad River, Carol. Sept., leg. Rugel (Mai 1841); ausgegeben als *A. fruticosa*; bestimmt von C. K. Schneider.

[3] Biltmore-Herbarium, n. 35*b*. Sand barrens, Bladen County, North Carolina, Herb. Mus. Univ. Vind.

[4] Exemplare von Winnipeg Valley, coll. E. Bourgeau (1859) auf Palliser's Brit. North. Am. Expl. Exped., dann von derselben Expedition Exemplare von Saskatschewan, außerdem Th. Kumlien, Pl. Wisconsin. exsicc., n. 69.

finden, daß aber einzelne sich einen alten Charakter, nämlich die in der Unterfamilie der Papilionaten so häufige zusammengesetzte, weiterer Eigentümlichkeiten entbehrende Traube bewahrt haben. Von großem Interesse wäre eine sich auf ein umfangreiches Material stützende Untersuchung über die nur aus zwei Arten bestehende, von den Systematikern, wie Bentham und Hooker fil., Baillon und anderen, in die allernächste Nähe von *Amorpha* gestellte Gattung *Eysenhardtia* HBK.; an dem nur aus wenigen Herbarexemplaren bestehenden Materiale konnte ich Verwachsungen nicht feststellen, aber es scheint mir immerhin von einer gewissen Wahrscheinlichkeit, daß bei *Eysenhardtia amorphoides* HBK.[1] und *E. spinosa* Engelm.[2] dergleichen fehlt. Bestätigt sich das, so würde damit das Verhalten der Krone, die hier nämlich noch in toto erhalten ist, und vielleicht auch der Stamina, die hier eine kontinuierliche Verwachsung aufweisen, während bei *Amorpha* eines frei ist, vorzüglich übereinstimmen: einer hinsichtlich der Blüte abgeleiteteren Form würden dann auch neuere Bildungen in der Verzweigung entsprechen. Bei der Unzugänglichkeit des einschlägigen Materials wird allerdings eine befriedigende Aufklärung dieser Verhältnisse noch lange ein pium desiderium bleiben.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, den Leitern der beiden großen Institute, deren Sammlungen die Grundlage für diese Studie bilden, nämlich Herrn Prof. Dr. R. v. Wettstein sowie Herrn Kustos Dr. A. Zahlbruckner, für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

---

[1] Pringle, Pl. Mexic., n. 8762, von Guadalajara in Jalisco, außerdem Pringle n. 1001, von Monterey in Nuevo Leon, und Lindheimer, Pl. Tex. exs. n. 374.

[2] Pringle, Pl. Mexic. a. 1885 (sine numero), von Chihuahua.

Über Einzelheiten in der Beschaffenheit einiger Himmelskörper

von

Ed. Suess,

w. M. k. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. Dezember 1907.)

I.

Die Geologie ist an einer ähnlichen Phase angelangt, wie die Anatomie, als sie begann, neben dem menschlichen Organismus auch den Bau anderer Lebewesen in Betracht zu ziehen. Nur die allerersten Schritte können gewagt werden. Dabei muß der Planet immer als ein Ganzes im Auge behalten bleiben. Die anderen Himmelskörper bieten sich dem irdischen Beobachter in drei Formen dar: in den Meteoriten als greifbare, dem Mikroskop und der chemischen Analyse zugängliche Körper, ferner im Monde, dessen Oberflächenbeschaffenheit sich im Fernrohre zeigt, endlich in der glühenden Sonne und in den entfernten Gestirnen, von welchen das Spektroskop die wichtigsten Nachrichten bringt.

Man vermag schon heute, am Beginne dieser vergleichenden Studien, die Erfahrung zu entnehmen, daß die sauren Gesteine, wie Granit, Gneiß u. s. w. in ihrer Bedeutung für die Gesamtheit des Erdballes überschätzt werden. Gewohnt, die Oberfläche des Planeten zu betrachten, sehen wir gar wenig oder nichts von den schweren Stoffen, denen der Erdball sein Gewicht verdankt. Wir nähern uns ihnen in den basischen Mg-Gesteinen und bald zeigt sich, daß diesen letzteren in der Beurteilung der vulkanischen Phänomene eine grundsätzlich von den sauren Felsarten verschiedene Rolle zufällt.

Vielleicht würde man sich der Wahrheit mehr nähern, wenn man die Mg-Gesteine allein als primäre vulkanische Produkte ansehen wollte, neben welchen alle sauren Feldspatgesteine als ursprüngliches Differentiationsprodukt des Planeten, oder als Aufschmelzungen, folglich gemengtes Recoct, oder als Differentiation aus gemengtem Recoct, oder als reines Recoct, erzeugt unter Beitritt heißer juveniler Gase, kurz als ein Erzeugnis zweiter Hand ansehen wollte. So würde auch das Auftreten z. B. des granitischen M. Capanne auf Elba inmitten der grünen Mg-Gesteine und zahlreicher ähnlicher und wohlbekannter Fälle verständlich.

Nicht mit Unrecht hat Daubrée Peridot die »Scorie universelle« genannt. Sobald aber diese Wertung und das Übergewicht der Mg-Gesteine anerkannt wird, ändert sich so manches.

Der für Kerne vulkanischer Essen, wohl auch für Batholithen in Gebrauch stehende Ausdruck »Tiefengesteine« erhält eine abweichende Bedeutung. Selbst die von hervorragenden amerikanischen Forschern gewählten Ausdrücke »Sal« (Si-Al) und »Fem« (Fe-Mg) entsprechen nicht völlig den Ansprüchen einer Nomenclatur, die dem Vergleiche mit den Ergebnissen der Spektroskopie dienen soll. Der Name Fem würde besser einem tieferen Horizonte als der großen Masse basischer Mg-Silikate vorbehalten bleiben; man könnte ihn höchstens für eine Zone ähnlich Rittersgrün in Anwendung bringen, obwohl auch hier Mg als Silikat erscheint und es wünschenswert ist, den metallischen Kern von den Silikaten zu sondern. Dieselben Forscher haben, von Sal und Fem ausgehend, mit bewunderungswürdiger Ausdauer und Sachkenntnis eine Nomenclatur zu schaffen gesucht, welche alle Mannigfaltigkeit der Natur und alle Erfahrungen der letzten Jahrzehnte zu umfassen bestimmt sein soll. Der größte Teil dieser Mannigfaltigkeit fällt aber dem Sal und seinem Grenzgebiete zu und kommt daher in der hier vorliegenden Aufgabe bei dem heutigen Stande der Erfahrungen kaum in Betracht.

Allgemeine, umfassende Ausdrücke sind aber nötig, denn wo große Brücken gebaut werden sollen, sucht man nach den größeren Steinen. Aus diesem Grunde ziehe ich es vor, im

nachfolgenden bei Ausdrücken zu beharren, welche bei Behandlung desselben Gegenstandes vor Jahren in den Vorlesungen an der Wiener Universität verwendet worden sind.

Der erste, »Sal«, fällt mit dem von den amerikanischen Fachgenossen gebrauchten Worte und Begriffe zusammen; der zweite ist »Sima«, der dritte »Nife«.

Diese Gliederung erlangt sofort für tektonische Studien Bedeutung. Wir nennen die chromeisenführenden simischen Gesteine Crofesima; sie weisen auf tiefen Ursprung, sie umschließen auch die wichtigsten Lagerstätten des Platin und sind fast immer von einer Spur von Nickel begleitet. Das häufige Erscheinen von Intrusionen so tiefer Herkunft auf den Bewegungsflächen junger Kettengebirge wird zu einem entscheidenden Umstand in der Beurteilung der tektonischen Vorgänge. Dasselbe gilt in ebenso hohem Grade von dem nifesimischen Zuge von Ivrea, wie an anderer Stelle bemerkt worden ist.[1]

J. H. L. Vogt hat gezeigt, daß als das Gefolge norwegischer nickelführender Magnetkiese im Noritkontakt eine Reihe von Metallen auftritt, die verschieden ist von dem Gefolge des Kontaktes saurer Gesteine. Das will sagen, daß das simische (oder nifesimische) Gefolge ein anderes ist wie das salische. Diese merkwürdige Beobachtung hat mich veranlaßt, in einem Briefe Sir Norman Lockyer auf die besondere Ähnlichkeit des simischen Gefolges mit dem Fraunhofer'schen Spektrum und jenem von α Cygni aufmerksam zu machen.[2]

Sir Lockyer hat sich veranlaßt gesehen, diese Angabe durch neue Beobachtungen zu prüfen. Auch andere simische Felsarten wurden in Vergleich gezogen. Das Ergebnis ist, »daß die neuen Untersuchungen in Kensington die (obigen) Angaben bestätigen« und daß »die Metalle, welche in den Spektren der Sonne, der Chromosphäre und von α Cygni in auffallender Weise vertreten sind, im großen dieselben sind, welche die basischen Felsarten begleiten, ebenso, daß, mit der möglichen Ausnahme von Yttrium und Lithium, die typischen Metalle der

---

[1] Comptes rend., 7. Nov. 1904, p. 714.

[2] Nature, 24. Octob. 1901, p. 629.

sauren Felsarten in α Cygni nicht erscheinen. Mehrere der Metalle der sauren Felsarten, wie Kalium, Beryllium, Cer, Yttrium, Zinn und Zirkon sind allerdings im Fraunhofer'schen Spektrum nachweisbar, aber die solaren Linien sind in jedem dieser Fälle wenig hervortretend (inconspicuous).[1]

Diese schwächere Vertretung des salischen Gefolges im Sonnenspektrum und der Mangel seiner Nachweisbarkeit in α Cygni besagen, daß, wenn der Erdkörper nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ eine der Sonne ähnliche Beschaffenheit hätte und er in eine glühende Gasmenge von sehr viel größerem Umfange aufgelöst wäre, in diesem gleichfalls das simische Gefolge sich in weit höherem, das salische dagegen in geringerem Grade bemerkbar machen würde.

Für diese Voraussetzung spricht aber auch das nicht seltene Hervortreten der tiefen simischen Felsarten auf die Erdoberfläche.

Lassen wir den Mond außer Betracht, dessen Dichte bekanntlich sehr nahe mit jener der schwereren simischen Felsarten übereinstimmt, um einen Vorgang zu betrachten, der bisweilen innerhalb des simischen Gefolges bemerkbar wird. Es ist das örtliche Vorherrschen von Titan über Nickel, welches fast bis zum gänzlichen Zurücktreten des letzteren gehen kann. In γ Cygni tritt, im Gegensatze zu α Cygni, Titan mit Scandium und Strontium hervor, während Eisen, Chrom und Magnesium zurücktreten.[2]

Besonders auffallend und bemerkenswert ist das starke Hervortreten von Ti in den Sonnenflecken, im Gegensatze zur Sonnenscheibe. Hale und Adams haben diesem Umstande eingehende Studien gewidmet und aus der Art des Auftretens Folgerungen auf die Temperatur der Flecken gezogen.[3]

[1] Public. of the Solar Physics Committee, 1907; Spectroscop. Comparis. of Metals present in cert. terrestr. and celest. light sources (with spec. Reference to Vanad. and Titan); p. IX. — Platin, das in Vogt's Liste erscheint, wurde nicht gefunden.

[2] Lockyer und Baxendall, Spectrum of γ Cygni; Phil. Trans., 1903, vol. 201, p. 205.

[3] G. Hale and W. S. Adams, Second Paper on the cause of the characterist. Phenom. of Sun-Spots; Carnegie Instit.; Contrib. fr. Solar Observ. Mt. Wilson No. 15; 1907.

Lockyer hat dieselbe Erscheinung untersucht und sagt, daß von den Metallen nächst Fe in den Flecken sich am meisten Ti bemerkbar macht.

Auf der Erde kennt man keine mächtigeren Äußerungen von gasförmigen Eruptionen als die diamantführenden Schlote des südlichen Afrika. Diese Eruptionen sind aus typischem Sima hervorgetreten, aber Ni tritt hier fast ganz zurück und Ti (Ilmenit) ist herrschend wie in den Sonnenflecken. Auch die Titanerze führen neuerdings vor die Vereinigung von Ti und Fe; Vogt hat für norwegische Titanerze eine Reihe der wertvollsten Beobachtungen über die Art ihrer Abscheidung geliefert, ebenso Kemp für jene der Adirondacks. Dabei ist bemerkenswert, wie Kemp bei Betrachtung dieser Erze und Lockyer bei Betrachtung der Sonne zu der Erfahrung gelangen, daß die ihnen vorliegenden Stoffe fast ausnahmslos den Gruppen 3 und 4 der Mendelejef'schen Tabelle zufallen.[1]

Ein irdisches Beispiel von anderer Art ist der regionale Reichtum von Ti in einer Reihe von Basalten des westlichen Mittelmeeres.[2] Es ist überflüssig, diese Beispiele zu vermehren. Nach Moissan verdampft Ni leichter, dann Cr; bei Fe tritt große Entwicklung von Gasen ein; für Ti scheint nach den mir vorliegenden Berichten, daß es einer noch höheren Temperatur bedarf. Inwieweit dieser Umstand Einfluß nimmt, mag künftige Forschung entscheiden.

II.

Wenn ein Schwarm von Meteoriten niederfällt, zweifelt niemand an ihrem gemeinsamen Ursprunge. In den Tektiten oder meteorischen Gläsern wurden drei Vorkommnisse, die Moldavite, Billitonite und Australite unterschieden und ebenso vielen großen Schwärmen zugeschrieben.[3] Es muß angenommen werden, daß jeder dieser Schwärme einem gemein-

---

[1] Vogt, Zeitschr. prakt. Geol., 1894, p. 387; 1900, p. 233, 1901, p. 10, 180, 289; Kemp, U. S. Geol. Surv., 1899, XIX, 3, p. 383; für das periodische Gesetz ders., p. 396 und Lockyer a. a. O. p. 11, 12. Vanadin begleitet stets diese Gruppe von Erzen.

[2] Washington, Quart. Journ. geol. Soc., 1907, LXIII, p. 69.

[3] Franz E. Sueß, Jahrb. geol. Reichsanst., 1900, L, p. 193.

schaftlichen, einheitlichen Körper entstammt und es muß festgehalten werden, daß diese drei Körper, obwohl einander nicht völlig gleich, dennoch unter sich weit ähnlicher und verwandter sind, als irgend einem irdischen Körper.

Die Meteorsteine und Meteoreisen sind von irdischen Vorkommnissen unterscheidbar, obwohl sie aus denselben Elementen bestehen. Sie lassen sich in Gruppen teilen. So oft ein Meteorit zur Erde fällt, weiß man ihn in der Regel sofort in die Gruppe *a*, *b* oder *c* einzuteilen, was doch bei kosmischem Ursprunge kaum denkbar wäre. Die Gruppen, oft durch Zwischenglieder verbunden, lassen sich zu einer natürlichen Reihe ordnen, die, wie Daubrée gezeigt hat, der mutmaßlichen inneren Beschaffenheit unserer Erde entspricht.

Tschermak hat in seiner bekannten Abhandlung über die Bildung der Meteoriten und den Vulkanismus im Jahre 1875 nicht von kosmischen, sondern von kleineren planetarischen Körpern gesprochen und erwähnt, daß die Meteoritenfälle nicht mit den Perioden der Sternschnuppen zusammenfallen.[1] Daubrée meinte, daß die Sternschnuppen an der Beschaffenheit der Kometen teilnehmen, während ihm die Meteoriten Verwandtschaft mit den Planeten zu haben schienen.[2]

Paul Partsch erklärte im Gespräche bereits vor mehr als 50 Jahren das Eisen von Agram wegen seiner plattenförmigen Gestalt mit Entschiedenheit für das Bruchstück eines Ganges. Es herrscht kein Zweifel darüber, daß alle zur Erde gelangenden Meteoriten Bruchstücke sind. Alle die angeführten Umstände, die Wiederkehr von Vertretern derselben Gruppe, die Verwandtschaft der Gruppen und ihre Reihung weisen aber dahin, daß sie nicht Bruchstücke vieler Körper, sondern eines einheitlichen Körpers sind.

Der plötzliche Beleuchtungswechsel, welcher bei einzelnen Planetoiden eintritt, hat Seeliger und Wolf zu der Meinung geführt, daß diese Himmelskörper eckige Bruchstücke seien.[3] Hunderte von ihnen sind bekannt und die weitere Vermehrung

---

[1] Diese Sitzungsberichte, 1875, LXXI, p. 151.

[2] Les Météorites et la Constitut. du Globe terr.; 8°, Paris, 1886, p. 12.

[3] Astronom. Nachr., Nr. 3701, 3704 u. f.

ihrer Zahl scheint nur abhängig von den angewendeten Hilfsmitteln. Seitdem auch Körper entdeckt sind, deren Bahn außerhalb Jupiter und andere, deren Bahn innerhalb Mars liegt und welche wohl die allmähliche Zerstreuung anzeigen, schwindet jede Grenze zwischen Meteoriten und Planetoiden.

Das Verschwinden dieser Grenze bedeutet nichts anderes, als daß Daubrée's hypothetisches Gebilde zur Wirklichkeit wird und daß in der Tat zwischen Mars und Jupiter einst eine heute noch anonyme, aber einheitliche planetarische Masse bestanden hat. Dieser Anonymus war der äußerste, von der Sonne entfernteste unter den schweren Planeten. In seinen Tiefen barg er Nife, wie Agram oder Elbogen. Gegen außen nahm der Gehalt an Mg zu und man sieht Übergänge von Nife zum Sima, welche vielleicht auf der Erde in ähnlicher Weise vorhanden sind; diese bleiben aber unserem Auge verborgen. In einem noch höheren Horizonte stellt Chassigny ein terrestrisches Crofesima vor. Durch die große Gruppe der chondritischen Massen und die wesentlich aus Ca-reichem Feldspat und Augit bestehenden Eukrite (Juvinas, Stannern u. s. w.) und bis Angra dos Reis treten die petrographischen Merkmale hervor, durch welche der Anonymus sich von der Erde unterscheidet. Eine salische Hülle fehlte, vorausgesetzt, daß sie nicht in den völlig geschmolzenen Tektiten vertreten ist.

Meteoriten und Planetoiden sind daher die vorübergehenden Zeugen einer vorübergegangenen Episode in der Geschichte unseres Planetensystems.

Dieses Ergebnis macht durchaus nicht den Anspruch darauf, ein neues zu sein, aber da die neuen Erfahrungen so sehr dazu beitragen, es zu festigen, wird es hier ausgesprochen aus Anlaß der noch immer vorhandenen Neigung, Theorien auf den kosmischen Ursprung der Meteoriten zu begründen.

Das extraflorale Nektarium und die Papillen der Blattunterseite bei Diospyros discolor Willd.

von

Ernst Elsler,

Demonstrator am botanischen Institute der Universität Innsbruck.

(Mit 2 Tafeln.)

Untersuchungen, ausgeführt unter Benützung der von Prof. Dr. E. Heinricher von seiner Studienreise nach Java mitgebrachten Materialien.

(Vorgelegt in der Sitzung am 31. Oktober 1907.)

Allgemeines.

Meinem hochverehrten Lehrer, Prof. Heinricher, fielen bei seinem Aufenthalte auf Java im Jahre 1903 im botanischen Garten in Buitenzorg an einem *Diospyros* die an der Blattunterseite befindlichen Nektardrüsen auf. Die betreffende Art wurde durch die Güte Dr. Hochreutiner's, der zur selben Zeit dortselbst sich aufhielt, als *Diospyros discolor* Willd. bestimmt.[1]

Die Nektarien dieses *Diospyros* sind nur dann augenfällig, wenn der betreffende Baum, in einer Periode des Laubwechsels stehend, junge Blätter in größerer Anzahl besitzt. So ist es zu erklären, daß sich dieselben der Beobachtung vielfach entzogen und daher in der einschlägigen Literatur, sei es nun über Nektarien oder Sekretionsorgane im allgemeinen, über myrmekophile Pflanzen oder endlich in Arbeiten morphologisch-systematischen Charakters über die Gattung *Diospyros* nicht die Berücksichtigung finden, die man erwarten möchte.

---

[1] Als ursprüngliche Heimat der Art finde ich die Philippinen angegeben.

So stellt auch Hansgirg[1] *Diospyros* zum »*Echium*-Typus« der Rauhblätter und nicht zu seinem »*Prunus*-Typus« der myrmekophilen Nektarblätter, wohin nach dem Folgenden wenigstens die Arten mit Nektarien unzweifelhaft gehören würden. Ihr Vorkommen wurde, soviel ich finde, zuerst erwähnt von Hiern,[2] nach ihm von Poulsen,[3] der sie an *Diospyros Lotus* sah, außerdem führt sie auch Solereder[4] an. Eine Untersuchung ihrer Anatomie und Entwicklung liegt bis zur Stunde nicht vor.

Einen Überblick über die Art des Auftretens und die Verteilung der in Frage kommenden Nektarien gibt Fig. 1, die Wiedergabe eines von Prof. Heinricher nach dem lebenden Objekte in Farben ausgeführten Bildes.

Die Nektarien stehen in wechselndem Abstand in zwei Reihen zu beiden Seiten der Mittelrippe des Blattes, von der sie stets eine nicht allzu große Entfernung einhalten, daher nie auf den Blattrand hinausrücken. Eine besondere Lagebeziehung zu den Blattnerven kann ich nicht finden, es ist vielmehr bei einem so hochgradig netznervigen Blatte, wie es das von *Diospyros* ist, naturgemäß, daß die Nektarien stets in die unmittelbare Nähe mindestens eines bald stärkeren, bald schwächeren Blattbündels zu liegen kommen. Die an einem Blatte auftretende Anzahl von Nektarien scheint stark zu variieren.

Unter den wenigen mir vorliegenden Blättern fand sich ein solches mit nur vier Nektarien, während z. B. das gezeichnete deren zehn aufweist. Auf der bei jungen Blättern hellgrün gefärbten Blattoberseite treten die Nektarien als helle, farblose, von einem schönen dunkelgrünen Hofe umgebene, kreisrunde Flecken markant hervor. Ihr Aussehen erinnert hiebei ungemein an gewisse Augenbildungen auf Schmetterlingsflügeln.

---

[1] Phyllobiologie nebst Übersicht der biologischen Blattypen von 61 Siphonogamen-Familien. Leipzig 1903.

[2] A monograph of *Ebenaceae*, in: Transact. of the Cambridge Phil. Soc., XII, Part I, 1873.

[3] Om nogle Trikomer og Nektarier in: Videnskab. Meddel. Nat. For., Kjöbenhavn 1875.

[4] Systemat. Anat. der Dikotyledonen. Stuttgart 1899.

Daß es sich auch bei diesem Nektarium um ein Anlockungsmittel für die der Pflanze schutzbietenden Ameisen handelt, stand von vornherein zu erwarten und wurde dann auch durch die von Prof. Heinricher gemachten Beobachtungen außer Zweifel gestellt. Ich gebe dieselben nach den mir zur Verfügung stehenden Tagebuchaufzeichnungen und den in liebenswürdigster Weise mündlich hinzugefügten Ergänzungen meines hochverehrten Lehrers im folgenden wieder.

Die von den Nektarien sezernierte Flüssigkeit hängt denselben als ein kleiner wasserheller Tropfen an. Die Flüssigkeit schmeckt süß, scheint dabei ziemlich dünnflüssig; wurde der Tropfen mit Filtrierpapier abgesaugt, so war er unter günstigen Verhältnissen, im feuchten Raume, schon nach Verlauf einer Stunde wieder ersetzt.

Die Funktionsdauer der Nektarien im allgemeinen wird als eine kurze bezeichnet, wenngleich die auf den Blättern sitzenden extrafloralen Nektarien naturgemäß von längerer Funktionsdauer sein können als die nuptialen Nektarien, deren Tätigkeit ja durch die Kurzlebigkeit der Blüte selbst begrenzt wird. Mit der zeitlich beschränkten Funktionsdauer im Zusammenhange steht die ebenso allgemeine Erscheinung, daß die Nektarien nur an jungen Blättern gefunden werden, weil sie eben an alten ihre Funktion bereits eingestellt haben und zu Grunde gegangen sind. Es scheint eben vor allem bezweckt zu werden, die jungen zarten Blätter zu schützen, die ja durch die etwaigen Schädlinge besonders gefährdet sein mögen. Auch der von Correns[1] angeführte ökonomische Grund mag hier mitsprechen, daß nämlich die andauernde Sekretion an so vielen Blättern durch so lange Zeit für die Pflanze eine Leistung darstellen würde, der sie nicht ohne sonstige Benachteiligung gewachsen wäre.

Bei der der Untersuchung zu Grunde liegenden *Diospyros discolor* sind es die sechs jüngsten Blätter eines Sprosses, welche sezernierende Nektarien aufweisen, wobei bereits am fünften Blatte einzelne Nektarien ihre Funktion eingestellt

---

[1] Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der extranuptialen Nektarien von *Dioscorea*. Diese Sitzungsber., 1888.

haben. An den älteren Blättern erscheinen die außer Funktion getretenen Nektarien als schwarze Punkte, die ohne mikroskopische Untersuchung nicht von sonstigen Korrosionsflecken zu unterscheiden sind, weshalb eben an alten Blättern die Nektarien entweder gar nicht mehr zu sehen oder doch nicht mehr als solche zu erkennen sind.

Die Pflanze ist nun in der Tat stark von Ameisen besucht, und Prof. Heinricher konnte beobachten, wie dieselben gelegentlich bis zu vieren ein Nektarium umstellten und das süße Sekret desselben aufleckten. Daß die Ameisen als Gegenleistung der Pflanze tatsächlich Schutz bieten, geht daraus hervor, daß sich auf den betreffenden Blättern keine anderen Tiere befanden außer Blattläusen, die aber wie ja allgemein auch hier von den Ameisen geduldet werden. Damit im Einklange steht die weitere Beobachtung, daß angefressene Blätter nur äußerst selten oder gar nicht gefunden werden.[1]

Daß die Nektarien für die sie besuchenden Ameisen durch auffallende Färbung markiert sind, scheint eine ziemlich allgemein verbreitete Erscheinung zu sein. Besonders Schimper[2] hat darauf hingewiesen und betont, daß dies »beinahe ohne Ausnahme da der Fall ist, wo die Nektarien auf der Blattspreite zerstreut sind«.[3] Einen ähnlichen Zweck hat nach dem Genannten auch die hervortretende Gestalt vieler Nektarien.

Immerhin scheint die Art, wie die Nektarien bei *D. discolor* auffällig gemacht sind, nämlich durch Ausbildung der erwähnten Augen, interessant und finde ich auch in der Literatur nichts dem ähnliches erwähnt. Zur kurzen Charakterisierung der in Frage stehenden Bildungen könnte man dieselben vielleicht treffend als »Augennektarien« bezeichnen.

---

[1] Zu der in neuester Zeit besonders von Schwendt (Zur Kenntnis der extrafloralen Nektarien, Bot. Zentralblatt, B. H. Bd. XXII, 1907) erörterten Frage, ob die primäre Funktion der extrafloralen Nektarien die der Anlockung der Ameisen war oder ob ihre ursprüngliche Funktion die eines regulatorischen Organs für den Stoffwechsel war und die Beziehung zu den Ameisen erst sekundärer Natur ist, kann ich aus begreiflichen Gründen hier nicht Stellung nehmen.

[2] Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. Jena 1888.

[3] L. c., p. 84.

Die ersten orientierenden Schnitte, die Prof. Heinricher in Buitenzorg durch das Nektarium führte, zeigten einige nicht uninteressante Details sowohl des Nektariums selbst als auch in Bezug auf die Epidermis der Blattunterseite, welche die später näher zu beschreibenden sternförmigen Papillen aufweist. Beides reizte zu genauerem Studium und da ein solches an Ort und Stelle bei der gedrängten Zeit und der Beschäftigung mit anderen Fragen nicht gut möglich war, so sammelte Prof. Heinricher das hiezu nötige Material und überließ dasselbe nunmehr mir zur weiteren Bearbeitung. Das Ergebnis derselben mit Einbeziehung der von meinem Lehrer an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen liegt hier vor und dürfte als ein kleiner Beitrag zur Kenntnis der extranuptialen Nektarien sowie zur Erklärung der genannten auffallenden Papillenform nicht ohne Interesse sein.

An dieser Stelle will ich auch die Gelegenheit wahrnehmen, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Heinricher, zu danken, nicht nur für die Überlassung der Arbeit und seiner Beobachtungsresultate, sondern auch für das rege Interesse, das er an der weiteren von mir angestellten Untersuchung nahm.

Anatomie des Nektariums.[1]

Der innere zentrale Teil des Augennektariums erscheint, solange dasselbe in Funktion ist, wie beschrieben, als ein heller Punkt, der sich etwas über das Niveau der Blattunterseite vorwölbt. Dieser zentrale helle Fleck ist der eigentliche sezernierende Drüsenkörper. Führen wir einen Medianschnitt durch ein im Stadium der Aktivität befindliches Nektarium, und zwar annähernd quer durch das betreffende Blatt, so erhalten wir das in Fig. 2 gegebene Bild. Es fällt zunächst der

[1] Außer dem der folgenden Darstellung allein zu Grunde liegenden Nektarium von *D. discolor* waren mir — ebenfalls aus der javanischen Sammlung Prof. Heinricher's — noch Blätter von *D. maritima* zugänglich, jedoch nur mit bereits abgestorbenen Nektarien. Von unwesentlichen Modifikationen abgesehen, scheint sich das ausgebildete Nektarium dieser Art dem von *D. discolor* vollkommen anzuschließen und dürfte am jungen Laubtriebe dieselbe Hervorhebung der Nektarien durch »Augenbildung« statthaben.

linsenförmige oder ellipsoidische Drüsenkörper auf, welcher zur größeren Hälfte dem Mesophyll des Blattes eingesenkt ist, während die freie Seite etwas schwächer gewölbt ist. Der große linsenförmige Körper entspricht nun dem hellen Fleck.

Dieser Drüsenkörper besteht aus einer großen Zahl kleiner, polygonaler Zellen, die ohne Interzellularen aneinanderschließen. Die Membranen der Drüsenzellen sind zart, der Inhalt besteht wie bei Sekretionszellen allgemein aus einem großen Kern und ziemlich dichtem Plasma. Chlorophyll fehlt, daher die helle Färbung. Mit Chlorzinkjod färben sich die Membranen des Drüsenkörpers gelb, nicht blau, in Schwefelsäure sind sie resistenter als das Mesophyll, sie bestehen also jedenfalls nicht aus reiner Zellulose.

Außen auf der freien Seite ist der Drüsenkörper von einer im Vergleiche zu der Cuticula der Epidermis bedeutend dünner erscheinenden, aber ununterbrochenen Cuticula überzogen, während er sich nach innen, gegen das Mesophyll, durch eine seiner Form entsprechende schüsselförmig gruppierte Zellschicht abgrenzt (Fig. 2 bis 5 *ks*). Correns, der eine ähnliche Bildung bei den Nektarien von *Dioscorea* beschrieben hat, bezeichnet dieselbe als Schutzscheide des Nektariums. Die eben erwähnten Nektarien von *Dioscorea* haben überhaupt von den bisher beschriebenen derartigen Gebilden am ehesten eine gewisse Ähnlichkeit mit denen von *Diospyros*, weshalb ich öfter auf die bereits zitierte Arbeit zurückkommen werde. Die die Scheide zusammensetzenden Zellen sind größer als die Zellen des Drüsenkörpers selbst, erscheinen dabei etwas heller, weil inhaltsärmer als diese, enthalten aber gleichfalls in ihrer Mitte einen deutlichen großen Zellkern. Chlorophyll fehlt ihnen.

Was diese Zellschicht aber als Scheide kennzeichnet, ist die Beschaffenheit der Zellwände. Dieselben erscheinen gegenüber den dünnhäutigen Zellen des Drüsenkörpers etwas verdickt, und zwar in der Weise, daß die Verdickung besonders an den radialen, d. i. senkrecht zum Drüsenkörper orientierten Wänden auftritt, während die Tangentialwände bei der noch funktionierenden Drüse noch nicht oder wenigstens in ungleich geringerem Grade verdickt sind. Eine Ausnahme

bilden diesbezüglich die den äußeren Rand der Scheide einnehmenden Zellen (Fig. 2 *rz*), welche allseits gleichmäßig, dabei ziemlich stark verdickte Wände besitzen, so daß auf diese Weise der Drüsenkörper von einem Ringe ohne Zweifel mechanisch-wirksamer Zellen umfaßt wird. Bezüglich ihres Inhaltes unterscheiden sich diese Randzellen, solange sie überhaupt lebend sind, nicht von den übrigen Scheidenzellen. Zu erwähnen ist ferner, daß die Verdickung der Radialwände bei alten Nektarien nicht auf die Zellen der Scheide ausschließlich beschränkt bleibt, sondern auch auf die angrenzenden Zellen des Drüsenkörpers sowohl als auch des angrenzenden Blattgewebes übergreift (Fig. 5).

Reagenzien gegenüber zeigt die Scheide, beziehungsweise ihre Zellwände eine auffallende Ähnlichkeit mit den kutinisierten Membranen der Epidermis. Sie färbt sich gelbbraun in Chlorzinkjod, gelb in Kalilauge, ist resistent in konzentrierter Schwefelsäure oder Chromsäure, färbt sich grün mit Chlorophyllextrakt, so daß also eine Kutinisierung ihrer Membranen außer Zweifel steht. Andrerseits deuten Tinktionen, z. B. mit Phloroglucinsalzsäure oder Anilinwassersafranin, darauf hin, daß in den stärker verdickten Membranen, besonders in denen der allseits verdickten Randzellen auch Verholzung eingetreten ist. Betont muß werden, daß auch die nicht oder nur schwach verdickten Tangentialwände gegenüber diesen Membranreaktionen sich den stark verdickten Radialwänden vollkommen anschließen. Durchlaßzellen konnte ich in der Scheide nicht finden, denn, wenngleich allseits dünnwandige Zellen in derselben vorkommen, so weiß ich trotzdem nicht, ob ich dieselben als Durchlaßzellen im bisherigen Sinne bezeichnen darf, da ja ihre Membranen ebenso beschaffen sind wie die aller übrigen Scheidenzellen. Es ist also das Nektarium im fertigen Zustande durch eine aus verkorkten, zum Teil verholzten Zellen bestehende Scheide vom Mesophyll des Blattes in der Tat vollständig getrennt.

Wenn nun auch nicht zu leugnen ist, daß das Auftreten einer durchwegs verkorkten Scheide um ein Nektarium etwas Unerwartetes für sich hat, so steht der Fall doch nicht so isoliert und ohne Analogie da. Schon das Auftreten einer

funktionell jedenfalls ganz gleichwertigen Bildung, nämlich einer Korkscheide ohne unverkorkte Durchlaßzellen bei der so ferne stehenden *Dioscorea*[1] spricht dafür, daß wir ähnliches auch sonst finden dürften. Die verkorkten Membranen vieler Exkretschläuche und innerer Drüsen will ich hiemit nicht in Beziehung setzen, denn hier handelt es sich nicht wie in unserem Falle um die Ausscheidung, sondern offenbar nur um die isolierte Ablagerung, die Unschädlichmachung eines Exkretes und da liegt die Zweckmäßigkeit der verkorkten Membranen ohneweiters zu Tage. Schon eher könnte man einen gewissen Anklang an die Korkscheide des *Diospyros*-Nektariums in der von Goebel als »Mittelschicht« bezeichneten Zellschicht sehen, die sich bei den Tentakeln von *Drosera* zwischen die Tracheenendigungen und die eigentlichen sezernierenden Zellen einschiebt, wenn nicht hier — was eben sehr ins Gewicht fällt — nur die Radialwände verkorkt wären.

Von den Sekretionsdrüsen aus der Kanne von *Nepenthes Rafflesiana* schreibt Fenner,[2] daß unter der Sekretionsscheibe eine Lage von Zellen folgt, deren Außen- und Radialwände allerdings nur schwach kutinisiert sind. Die als Nektarien fungierenden Drüsen von *Bignonia impressa* weisen nach Solereder[3] unter den eigentlichen sezernierenden Zellen ebenfalls eine Schicht von Zellen mit verkorkten Radialwänden auf. Gewisse Drüsen von *Cephalotus* sind nach Goebel[4] gegen das umgebende Gewebe zwar nicht durch eine Schicht verkorkter Zellen, wohl aber durch eine durchgehende verkorkte Membran allseits abgegrenzt. Die Schleimdrüsen von *Aegialitis annulata* sind, wie ich wiederum Solereder[5] entnehme, wie in unserem Falle auf ihrer inneren Seite von einer Schicht allseits verkorkter Zellen umgeben. Dasselbe erwähnt Poulsen[6] vom Nektarium von *Shorea stenoptera*.

[1] Correns, l. c.

[2] Beiträge z. Kenntnis d. Anat., Entwicklungsgesch. und Biolog. d. Laubblätter und Drüsen einiger Insektivoren. Flora 1904, p. 335 ff.

[3] L. c., p. 683.

[4] Pflanzenbiolog. Schilderungen. II. 1891, p. 113.

[5] L. c., p. 563, Fig. 113.

[6] Nogle extraflorale Nektarier, in Vidensk. Meddel. Nat. For. Kjöbenhavn 1897. Ref. im Bot. Zentralblatt, 1898.

Der Hinweis auf diese wenigen Beispiele, die sicherlich noch bedeutend vermehrt werden könnten, möge indes genügen, um für die Erscheinung, daß sich Drüsen durch Schichten radial verkorkter Zellen, seltener allerdings durch radial und tangential verkorkte Zellen vom umgebenden Gewebe abgrenzen, eine gewisse Verallgemeinerung wahrscheinlich zu machen.

Um so allgemeineres Interesse gewinnt damit auch die Frage nach der funktionellen Bedeutung dieser Scheiden, eine Frage, die in breiter Allgemeinheit nicht so ohneweiters zu beantworten ist, zu deren Beleuchtung jedoch das folgende etwas beitragen soll.

Correns, der sich in der bereits mehrfach erwähnten Untersuchung der Nektarien von *Dioscorea* dieselbe Frage gestellt hat, ist geneigt, die physiologische Funktion der Verkorkung der peripheren Zellen des Drüsenkörpers darin zu erblicken, das Nektarium, nachdem es seinen Zweck, dem jungen Blatte den Schutz der Ameisen zu sichern, erfüllt hat, durch Abschneiden vom übrigen Gewebe außer Tätigkeit zu setzen. Er gibt diese Annahme jedoch mit einer gewissen Reserve, zu der er sich durch eine Beobachtung an *Dioscorea bulbifera* genötigt sieht, bei welcher es ihm wahrscheinlich wird, daß die Tätigkeit des Nektariums nicht aufhört, trotzdem die Verkorkung der Scheide bereits eingetreten ist. Bei der von mir untersuchten *Diospyros* steht es nun außer Zweifel, daß die sekretorische Funktion der Nektarien durch die Ausbildung der Korkscheide zunächst nicht unterbunden wird. Das in Fig. 2 dargestellte Nektarium ist noch funktionsfähig. Es stammt von einem jungen Blatte und zeigte noch keine Spur der Braunfärbung im Drüsenkörper, durch welche abgestorbene oder absterbende Nektarien sich kennzeichnen. Die Wände der Scheidenzellen aber sind vollständig verkorkt, die Radialwände dabei bereits verdickt, so daß also das Nektarium allseits durch verkorkte Membranen vom übrigen Blattgewebe getrennt ist.

Noch mehr überzeugt werden wir, wenn wir dieselben Verhältnisse bei einem noch jüngeren Blatte antreffen. Fig. 3 stellt einen Medianschnitt durch ein Nektarium dar, welches einer ungefähr 8·5 *cm* langen Blattknospe entstammt, also

einem ganz jungen, noch in der Knospenlage befindlichen Blatte. Das betreffende Nektarium ist wohl noch nicht in Funktion getreten, trotzdem sind seine Scheidenzellen bereits radial und tangential verkorkt. Eine Verdickung der Radialwände und der Randzellen ist hier noch nicht zu bemerken.

Erst auf noch jüngeren Entwicklungsstadien, wie auf dem in Fig. 4 wiedergegebenen, treffen wir bezüglich der Scheide auf Verhältnisse, die sich von denen des ausgebildeten Nektariums wesentlicher unterscheiden. Die Blattknospe, welcher das in Fig. 4 abgebildete Nektarium entstammt, hatte eine Länge von 3·2 *cm*; die Nektarien selbst repräsentierten sich hier als ganz kleine, auch mit der Lupe nicht leicht auffindbare Punkte in der Nähe der Mittelrippe. Im Medianschnitte zeigen sie sich, wie dargestellt, als stark vorgewölbte Zellhöcker, die, was Form und Größe anbelangt, noch sehr hinter dem ausgebildeten, d. i. funktionierenden Nektarium zurückstehen. Hier nun sehen wir bei entsprechender Behandlung mit Chlorzinkjod oder einem anderen ähnlich wirkenden Reagens, daß die Zellen der Scheide zwar verkorkte Radialwände, aber noch unverkorkte Tangentialwände aufweisen. Nur die äußersten Zellen der Scheide, aus denen später die stark verdickten Randzellen hervorgehen, sind auch hier schon allseitig verkorkt. Es ist naturgemäß, daß ein Stoffverkehr zwischen dem Nektarium und dem umgebenden Blattgewebe vor allem eine Zufuhr von Stoffen aus letzterem zum Nektarium durch die Scheide hindurch wenigstens zeitweise stattfinden muß. Daß diese Stoffzufuhr wenigstens in jüngeren Stadien des Nektariums möglich ist, zeigt uns die Beschaffenheit der Scheide, bei welcher nach dem Vorausgehenden die tangentialen, also senkrecht zur Richtung des Stoffverkehrs gestellten Zellwände, wenn auch verhältnismäßig früh, doch später verkorken als die radialen und außerdem dünner bleiben als die letzteren. Zudem zeigt auch das dem Nektarium zunächst liegende Gewebe Anzeichen für das Vorhandensein eines solchen Stoffverkehrs.

Das unmittelbar ober dem Nektarium gelegene Gewebe ist insofern verschieden von dem übrigen mit Ausnahme der Palisadenschicht als Schwammgewebe entwickelten Mesophyll,

als die Zellen ohne wesentliche Interzellularen aneinanderschließen, dabei plasmareich und großkernig sind und sich so außer durch ihre Größe kaum von den sekretorischen Zellen des Drüsenkörpers selbst unterscheiden. Es ist somit der Schluß kaum von der Hand zu weisen, daß sie wenigstens zeitweise zur sekretorischen Funktion des Drüsenkörpers in Beziehung treten.

Eine gewisse Tendenz in der Streckung der dem Nektarium benachbarten Zellen radiär gegen dieses, beziehungsweise die Scheidenzellen hin ist hiebei vielfach unverkennbar.

Ist es also sicher, daß eine Stoffzufuhr zum Nektarium durch die Scheide hindurch stattfinden muß, so ist es andrerseits ebenso sicher, daß durch den Eintritt der Verkorkung auch der Tangentialwände der Scheidenzellen die Zufuhr von Stoffen zum Nektarium immer mehr erschwert und schließlich völlig unterbunden wird. Denn mögen auch die Membranen am Beginne des Verkorkungsprozesses, solange sie zudem noch sehr dünn sind, bis zu einem gewissen Grade permeabel sein, so muß doch mit dem Fortschreiten der Verkorkung und dem Dickerwerden der Membranen diese Permeabilität schließlich ihre Grenzen erreichen, so daß das Nektarium mehr weniger vollkommen vom umgebenden Gewebe isoliert wird. Daß diese Isolierung des Nektariums, d. h. zum mindesten, daß die vollständige Verkorkung der Scheide schon sehr früh eintritt, ehe das Nektarium noch zu funktionieren begonnen hat, wurde oben gezeigt.

Nach alldem sehen wir uns genötigt anzunehmen, daß der Drüsenkörper die Stoffe, die er zur Zeit der Funktion des Nektariums in der Form von Zucker nach außen abgibt, schon früher in sich aufnehmen muß, daß er in einem gewissen Sinne ein Reservoir von zuckerähnlichen, beziehungsweise zuckerliefernden Stoffen ist. Daß der Drüsenkörper, trotzdem er vom umgebenden Gewebe mehr weniger vollständig isoliert ist, nicht sofort abstirbt, sondern eine geraume Zeit vitale Erscheinungen aufweist, wird uns teilweise erklärlich, wenn wir den meristematischen Charakrer seines Gewebes beachten und uns daran erinnern, daß embryonalen Geweben eine gewisse selbständige Lebensfähigkeit allgemein zukommt.

Beachten wir also, daß die Zellen des Drüsenkörpers von embryonalem Charakter sind, somit rege Stoffwechselvorgänge aufweisen werden, daß sie zudem mit Zucker, beziehungsweise zuckerliefernden Stoffen angefüllt sind und folglich unter hohem Turgordrucke stehen, jedenfalls unter höherem als das umgebende Gewebe, so fällt einiges Licht auf die Bedeutung der Korkscheide. Dieselbe ist offenbar geeignet, zu verhindern, daß der Zucker, der ja zur Ausscheidung nach außen bestimmt ist, durch die einen Ausgleich des Turgordruckes anstrebenden, diosmotischen Vorgänge vom umgebenden Gewebe aufgesaugt und so seinem Zwecke entzogen wird. Es wäre demnach wenigstens für den vorliegenden Fall jene Schwierigkeit in der Sekretionsmechanik der Nektardrüsen behoben, auf welche Pfeffer[1] hinweist, indem er sagt: »Ferner ist aufzuklären, wodurch der Zucker in den Nektarien sich erhält, also warum er nicht in die Gewebe aufgesaugt wird. Vielleicht reicht hiefür eine schwierige Durchlässigkeit der Drüsenzellen im Verbande mit einer fortschreitenden Ausscheidung des Zuckers nach außen aus.«

Die durch nichts zu stützende und in anderer Hinsicht entschieden hinderliche »schwierige Durchlässigkeit der Drüsenzellen« brauchen wir hier nicht anzunehmen, denselben Zweck erreicht in viel vollkommenerer Weise unsere Korkscheide. Die Zweckmäßigkeit in diesem Sinne leuchtet ferner ein, wenn wir die Art und Weise beachten, wie der Zucker nach außen gelangt. Es entbehrt ja auch dieser Vorgang in seiner Erklärung nicht einer gewissen Schwierigkeit, da ja der Drüsenkörper außen von einer zwar dünnen, aber doch ununterbrochenen Cuticula Zeit seines Lebens überzogen bleibt. Mag nun auch — ich stütze mich hiebei wieder auf Pfeffer — eine gewisse nicht zu geringe Permeabilität für manche kutinisierten Membranen angenommen werden, so ist doch andrerseits sicher eine besimmte Höhe des Turgordruckes notwendig, um den Zucker durch die Cuticula nach außen zu pressen. Je größer der hiezu erforderliche Druck ist, desto notwendiger wird das Vorhandensein der verkorkten Scheide, um ein Übertreten des Zuckers in die umgebenden Gewebe zu verhindern.

[1] Pfeffer, Pflanzenphysiologie. I. 1897, p. 265.

Nochmals komme ich auf die von Correns gewollte Funktion der Korkscheide der Nektarien zurück, die nach dem genannten Autor darin bestehen soll, das Nektarium nach einer gewissen Zeit durch Abschneiden vom übrigen Gewebe außer Tätigkeit zu setzen. Correns glaubte an »ein Erlöschen der Funktion des Organs als Nektarium mit Beginn der Verkorkung, die mit der Durchführung der letzteren, d. h. mit dem Übertreten des Verkorkungsprozesses von den Radial- auch auf die Tangentialwände, abgeschlossen wird«.[1]

Ich möchte nämlich trotz des oben Angeführten auch an dieser Funktion der Korkscheide festhalten, wenn ich darin auch nicht ihre einzige oder ihre Hauptfunktion erblicke. Selbstverständlich kann ich den Zeitpunkt, da das Nektarium durch die Korkscheide außer Tätigkeit gesetzt wird, nicht an den Beginn des Übergreifens der Verkorkung auch auf die Tangentialwände verlegen, sondern muß ihn weiter hinausschieben.

Unsere Fig. 5, Taf. II, gibt einen Schnitt durch ein bereits erschöpftes, also nicht mehr sezernierendes Nektarium wieder. Die Zellmembranen des Drüsenkörpers solcher abgestorbener Nektarien sind stets braun gefärbt, weshalb die letzteren nicht mehr die erwähnte Augenbildung zeigen, sondern als schwarze Flecken erscheinen und so leicht als abgestorben zu erkennen sind. Die Scheiden solcher abgestorbener Nektarien unterscheiden sich nun von denjenigen der funktionierenden Nektarien durch die weiter fortgeschrittene Verdickung ihrer Zellen, und zwar sind hier nicht nur die Radialwände verdickt wie bei jenen, sondern auch die Tangentialwände, welche Verdickung bei einzelnen Zellen so weit gediehen ist, daß das Lumen stark reduziert erscheint und die Zellen beinahe sklerenchymatischen Charakter annehmen. Hiebei fällt die Unregelmäßigkeit auf, die dadurch zum Ausdruck kommt, daß einzelne Zellen außerordentlich stark, andere nur wenig oder gar nicht verdickt sind. Von den besonders stark verdickten Zellen gilt dasselbe, was früher für die Randzellen erwähnt wurde, daß ihre Membranen neben Verkorkungs- auch Verholzungsstoffe aufweisen.

[1] L. c., p. 10.

In der weiteren Folge zerreißt nun das dünnwandige Gewebe des Drüsenkörpers und wird allmählich abgestoßen, die Scheide erscheint dann direkt als die Fortsetzung der Epidermis und übernimmt die Funktion einer solchen an der so entstandenen Wundstelle. Das Blatt ist durch den so entstandenen Wundverschluß vor weiteren Schädigungen, vor Fäulnis und dem Eindringen nachteiliger Mikroorganismen geschützt.

Es scheint dies ein Analogon zu dem Verhalten, wie es Poulsen[1] für das Nektarium von *Qualea Glaziovii* beschreibt, bei welchem nach seiner Angabe das Gewebe des Nektariums, sobald dasselbe außer Funktion getreten ist, abstirbt und abgestoßen wird, wobei die Wundstelle durch eine Korkschicht »Korkplaster« nach außen abgeschlossen wird.[2]

Trachten wir uns nun eine andere Frage zu beantworten, nämlich die, ob und inwieweit die beschriebene Augenbildung durch den im Vorigen gekennzeichneten anatomischen Aufbau des Nektariums begründet erscheint. Zu diesem Behufe scheint es notwendig, einen kurzen Blick auf den Blattbau in der Nähe des Nektariums zu werfen, etwa an der Hand der Figuren 2 bis 5. Unter der einschichtigen Epidermis der Blattoberseite liegt das Assimilationsgewebe in Form einer Schicht ziemlich hoher Palisaden. Unmittelbar über dem Nektarium nun sind die Palisaden durch dieses in ihrer Ausbildung gewissermaßen gehemmt worden, sind nur kurz, ja sehr oft, besonders wenn

---

[1] L. c.

[2] Nachdem ich die vorliegende Untersuchung abgeschlossen hatte, erschien die umfassende, bereits zitierte Arbeit von Schwendt über die extrafloralen Nektarien. — Dieselbe bildet eine Bestätigung des von mir im Vorausgehenden über die Funktion der Scheide Gesagten. Der Genannte, der eine große Anzahl von extrafloralen Nektarien der verschiedensten Familien untersuchte, macht für die verkorkten Stielzellen vieler nektarausscheidender Trichome sowohl als auch für die Scheiden dieselbe Funktion wahrscheinlich, die wir aus der Betrachtung der Verhältnisse bei *Diospyros* abgeleitet haben. Er betrachtet die genannten Bildungen als eine Schutzeinrichtung gegenüber den Druckspannungen, die infolge des gestörten osmotischen Gleichgewichtes im sezernierenden Nektarium auftreten und als eine Einrichtung zum Wundverschluß nach beendeter Sekretionstätigkeit.

ein stärkeres Bündel in der Nähe liegt, vollständig verdrängt. Gegen den Rand des Nektariums hin nehmen sodann die Palisadenzellen wieder ihre normale Höhe an. Von dem zwischen den Palisaden, beziehungsweise der Epidermis der Blattoberseite und dem Nektarium gelegenen Gewebe war bereits die Rede, als wir erwähnten, daß dasselbe, was den Inhalt der Zellen betrifft, dem Gewebe des Drüsenkörpers sehr ähnlich und jedenfalls mit der sekretorischen Tätigkeit in Beziehung zu bringen ist.

Es wurde bereits eingangs darauf hingewiesen, daß die Augennektarien vollkommen radiäre Bildungen sind, so daß sich also kein Unterschied ergibt, ob wir das Nektarium im Quer- oder Längsschnitt durch das Blatt betrachten.

Der helle zentrale Teil des Auges erklärt sich ohneweiters einerseits durch den chlorophyllosen Drüsenkörper selbst, andrerseits durch das darüberliegende, ebenfalls stark plasmareiche, aber chlorophyllarme Gewebe und endlich durch das Fehlen, beziehungsweise Zurücktreten der grünen Palisaden über dem Nektarium. Die das Blatt durchdringenden Lichtstrahlen müssen infolgedessen mehr weniger farblos erscheinen. Die anatomische Begründung für das Auftreten des dunkelgrünen Hofes, der, wie erinnerlich, den hellen zentralen Teil ringförmig umschließt und nach außen allmählich in das Hellgrün des Blattes übergeht, ist an Schnitten durch Alkoholmaterial nicht so ohneweiters zu sehen und dies deshalb, weil ja die Verteilung des Chlorophylls, welche hiebei eine Hauptrolle spielt, nicht mehr deutlich zum Ausdrucke kommt. Das Auftreten des erwähnten Hofes ist aber nach den Beobachtungen Prof. Heinricher's unmittelbar einleuchtend an Schnitten durch frische Blätter, beziehungsweise deren Nektarien. Daß die Randzone um das Nektarium dunkler grün gefärbt ist als dieses selbst, findet seine Begründung zunächst darin, daß die Palisaden, die, wie erwähnt, über dem Nektarium stark zurücktreten, gegen den Rand desselben ihre normale Höhe wieder erreichen. Damit ist aber noch nicht gesagt, weshalb die betreffende Zone dunkler grün gefärbt ist als die übrige Blattspreite. Es ist aber, wie oben beschrieben, das Mesophyll der Blattunterseite in der unmittelbaren Nähe der Drüse dichter,

d. h. mit nur kleinen Interzellularen ausgestattet, während es gleich außerhalb der Drüse als Schwammgewebe entwickelt ist. Hiedurch ist eo ipso eine Anhäufung des Chlorophylls um das Nektarium erzielt. Zudem scheint es, als ob eben das in Frage kommende Gewebe im Umkreis um das Nektarium wirklich Chlorophyll in größeren Mengen führte als das umgebende Schwammgewebe; wenigstens glaubt sich Prof. Heinricher zu erinnern, solches an Schnitten durch das frische Objekt bemerkt zu haben. Daß mir am Alkoholmaterial der Nachweis einer gesteigerten Anzahl von Chloroplasten nicht gelang, würde noch nicht dagegen sprechen, da wir aus anderen Beobachtungen wissen, daß Chlorophyll mitunter an sehr vergängliche Plastiden gebunden erscheint. Physiologisch ist ja auch ein lokal verstärkter Assimilationsapparat an Orten gesteigerten Verbrauches — in der Nähe der Drüse — wohlbegründet und des öfteren zu beobachten.

Das durchfallende Licht hätte infolgedessen hier mehr Chlorophyll zu passieren und würde so durch Absorption dunkler grün erscheinen. Endlich wirkt hiebei noch die Korkscheide, beziehungsweise die durch sie hervorgerufene Refraktion mit und dies in der Weise, daß die durchfallenden grünen Lichtstrahlen dort, wo sie auf den konvexen Rand der Korkscheide treffen, vermöge der starken Brechbarkeit, die verkorkten Membranen zukommt, nach außen — vom Drüsenkörper — d. i. also wieder in die in Frage stehende Zone refraktiert werden und dort die Gesamtwirkung im Sinne einer dunkelgrünen Färbung steigern. Bezüglich des hier herangezogenen starken Lichtbrechungsvermögens von Zellmembranen will ich namentlich auf die in neuester Zeit von Schiller[1] gewonnenen Daten und was im besonderen die verkorkten Membranen betrifft, auf die Arbeit von Sperlich[2] verweisen. Der dunkelgrüne Hof erschiene somit als die Summenwirkung mehrerer Teilursachen, wobei es schwerfällt, den Wert der einzelnen Komponenten richtig einzuschätzen.

---

[1] Optische Untersuchungen von Bastfasern und Holzelementen. Diese Sitzungsberichte, 1906.

[2] Die optischen Verhältnisse in der oberseitigen Blattepidermis tropischer Gelenkpflanzen. Diese Sitzungsberichte, 1907.

Entwicklung des Nektariums.

Bei der Frage nach der Entwicklung des Nektariums von *Diospyros discolor* hatte ich hauptsächlich zwei Punkte im Auge. Einmal wollte ich feststellen, ob der ganze mächtige, aus einer so großen Zahl von Zellen bestehende Drüsenkörper, wie er hier vorliegt, auf eine einzige Epidermiszelle zurückzuführen ist, wie es durch Analogie mit anderen ähnlich gebauten, aber freilich nicht so großen Drüsen bis zu einem gewissen Grade zu erwarten stand, und zweitens legte ich mir die Frage nach der Herkunft der Korkscheide vor.

Als ich nach Entwicklungsstadien der Nektarien suchte, zeigte es sich zunächst, daß dieselben schon sehr frühzeitig, wie ja allgemein, auf den in der Knospe liegenden Blättern angelegt werden. Hiebei machte sich außerdem die Art der Behaarung in unliebsamer Weise geltend. Die zweiarmigen malpighischen Haare, welche der Blattunterseite von *D. discolor* zukommen, werden nämlich gleichfalls sehr früh entwickelt.

Während sie nun am ausgebildeten Blatte nicht sehr dicht liegen, legen sich dieselben beim jungen Blättchen, wo sie in gleicher Anzahl wie beim großen, ausgebildeten Blatt vorhanden, aber auf einen so ungleich kleineren Raum beschränkt sind, in drei bis fünf Schichten dicht übereinander und bilden so einen ungemein dichten Filz, der jedenfalls einen sehr ausgiebigen Schutz der Knospe darstellt, wie ja überhaupt diese Form des Knospenschutzes durch einen dichten Haarfilz bei Bäumen der Tropen, die ja fast ausnahmslos der Knospenschuppen ermangeln, von weit größerer Verbreitung ist als in unseren Breiten, wo dieses Verhalten nur als Ausnahme *(Viburnum Lantana)* auftritt.

Es war nun keine leichte Aufgabe, zwischen diesen dicht aneinanderschließenden Haaren nach den kleinen Zellhöckern zu suchen, als welche die Anlagen der Nektarien erscheinen. In den Figuren 6 und 7 wurde dieser Haarfilz weggelassen, um die Darstellung nicht unnötig zu komplizieren und dadurch unklar zu machen.

Wenn es mir auch nicht gelungen ist, die ersten, die Entstehung des Nektariums einleitenden Zellteilungen zu sehen,

was aus dem angeführten Grunde überhaupt nicht gut möglich sein dürfte, so kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß wenigstens der erste Anstoß zur Entwicklung des Drüsenkörpers von einer einzigen Epidermiszelle ausgeht. Andrerseits ergibt sich, wie wir sehen werden, daß nicht die Epidermis allein in die Bildung des Nektariums eingeht.

Eine junge, rein epidermale Anlage ist in Fig. 6 im optischen Durchschnitte wiedergegeben. Die der Darstellung zu Grunde liegende Anlage entstammt einer zirka 1 *cm* langen Knospe, und zwar dem zweiten von einem älteren Blatt umhüllten Blättchen derselben, welches die Länge von 4, höchstens 5 *mm* haben dürfte. Die Zellen des jungen Blättchens zeigen noch stark embryonalen Charakter und man sieht ohneweiters, daß die Zellen, welche den kleinen Zellhöcker aufbauen, alle der Epidermis entstammen, die darunter liegende Schicht kann auch unter dem epidermalen Zellhöcker durchgehend verfolgt werden. Die hiebei wirksamen ersten Teilungen dürften, wie aus diesen und einigen anderen ähnlichen Bildern mit Wahrscheinlichkeit hervorgeht, dem häufigen Typus einer Quadrantenteilung folgen.

Diese Teilungen, die im weiteren Verlaufe zur Entstehung des kleinzelligen Drüsenkörpers führen, bleiben nun aber nicht auf die aus der Epidermis hervorgegangenen Zellen beschränkt, sondern es treten sehr bald auch in der subepidermalen Schicht außer den selbstverständlich mit dem Wachstum des Blattes zusammenhängenden radialen Teilungen auch Zellteilungen in tangentialer Richtung auf, so daß also im weiteren auch das subepidermale Gewebe in den Aufbau des Drüsenkörpers eingeht. Eine Andeutung hiefür glaube ich schon in den Nektarien älterer Entwicklungsstufen erblicken zu dürfen, indem durchgehends (Fig. 2 bis 5) die subepidermale Schicht unter dem Drüsenkörper ungezwungen nicht verfolgt werden kann, es vielmehr den Anschein gewinnt, als ob dieselbe dort, wo sie an den Drüsenkörper stößt, sich in das kleinzellige Gewebe desselben auflöse. Überzeugender sprechen hiefür Bilder wie das in Fig. 7 gegebene. Das betreffende Präparat entstammt einer zirka 1 *cm* langen Blattanlage. Der epidermale Zellhöcker erscheint hier zunächst etwas größer als in Fig. 6.

Unter dem Zellhöcker sehen wir nun in der subepidermalen Schicht zwei in der Figur mit *su* bezeichnete Zellen, die bereits eine tangentiale Teilung aufweisen. Gewiß wäre es wünschenswert, das Weiterschreiten dieser hier eben begonnenen tangentialen Teilungen an einem etwas älteren, zwischen diesen und Fig. 4 stehenden Stadium zu verfolgen, um so vielleicht einigermaßen den Anteil, den die Epidermis am Aufbau des Drüsenkörpers nimmt, von dem der subepidermalen Schicht unterscheiden zu können. An den mir zur Verfügung stehenden Knospen fehlte aber gerade dieses Zwischenstadium, wozu der Umstand wesentlich beiträgt, daß der Abstand in der Entwicklung zweier aufeinander folgender Blätter ein ziemlich großer ist, die Anzahl der auf einem Blatte befindlichen Nektardrüsen dabei eine beschränkte und es vielfach einem glücklichen Zufall anheimgestellt bleibt, ob unter den wenigen eine Nektariumanlage enthaltenden Schnitten, die unter der Unzahl von Schnitten, die eine Blattknospe zuläßt, herausgesucht werden müssen, gerade die gewünschten Stadien zu finden sind.

Etwas wesentlich Neues könnten wir aber auch an einem solchen Zwischenstadium nicht zu finden erwarten, es genügt uns wohl, festgestellt zu haben, daß der Drüsenkörper nicht der Epidermis ausschließlich angehört, sondern daß auch die subepidermale Schicht an seinem Aufbau wesentlich teilnimmt.

Mit der Erkenntnis dieser Tatsachen verliert auch die zweite entwicklungsgeschichtliche Frage, die nach der Zugehörigkeit der Korkscheide, wesentlich an Bedeutung, denn nachdem der Drüsenkörper aus Epidermis und subepidermalem Gewebe hervorgeht, fällt eine scharfe genetische Scheidung zwischen dem Gewebe des Nektariums und dem umgebenden Mesophyll des Blattes hinweg und es ist die Frage eine nicht nur schwer zu entscheidende, sondern auch eine ziemlich müßige, ob man die Scheide als die oberste Schicht des Drüsengewebes oder die unterste Schicht des umgebenden Mesophylls auffassen will. Sicher scheint, daß der obere, der Blattoberseite zugekehrte Teil der Drüse und somit auch der Scheide nicht auf die Epidermis, sondern auf die unter dieser gelegene Schicht zurückzuführen ist. Die äußeren, d. i. in der

Nähe der Epidermis gelegenen Randzellen, sind so wie der äußere Teil des sekretorischen Gewebes von der Epidermis abzuleiten.

Anhang.

Die Papillen der Blattunterseite.

Die Blattoberseite ist bei *D. discolor* ohne alle Differenzierungen und weist, von einer starken Cuticula bedeckt, die denkbar einfachsten Verhältnisse auf. Um so reicher ausgestattet zeigt sich die Unterseite des Laubblattes. Außer den Augennektarien finden sich Trichomdrüsen in der Form von Köpfchenhaaren, so wie sie z. B. Vesque[1] für *Diospyros chinensis* abbildet. Außerdem finden sich die ebenfalls schon erwähnten einzelligen malpighischen Haare mit einem langen und einem sehr kurzen Arm.

Die auffallendsten Bildungen aber sind die Papillen der Epidermiszellen. Dieselben finde ich bei Vesque, Parmentier und Solereder[2] erwähnt und abgebildet. Die betreffenden Abbildungen lassen aber immerhin die wahre Natur dieser Bildungen nicht klar erkennen und vor allem erfahren wir nichts über ihre Entwicklung. Für die richtige Beurteilung dieser merkwürdigen Papillenform ist aber gerade die Kenntnis der letzteren notwendig und ich will im folgenden versuchen, eine Darstellung derselben in Kürze zu geben.

In der Aufsicht auf die Epidermis der Blattunterseite sehen wir auf jeder der polygonalen, isodiametrischen Epidermiszellen ein sternförmiges Gebilde sitzen (Fig. 11 *a*).

Bei etwas tieferer Einstellung tritt im Zentrum jedes dieser Sternchen ein dunkler, nicht so stark lichtbrechender zentraler Teil hervor. Die Strahlen der Sternchen sind von sehr verschiedener Länge, erscheinen teilweise nur als ganz kleine Vorwölbungen des zentralen Teiles der Papille; zum Teil

---

[1] Principales Familles Gamopétales, Tirés de l'anatomie de la feuille, Pl. 13. Ann. d. scienc. nat. Ser. 7, T. I, 1885.

[2] L. c.

aber sind sie sehr lang und — das ist das auffallende — sie anastomosieren mit den Strahlen der benachbarten Papille, so daß sich über der eigentlichen Epidermis ein förmliches Maschennetz auszubreiten scheint, dessen Knoten eben die Papillen bilden (Fig. 11 *a*).

Wenn ich eben sagte, daß jede Epidermiszelle eine solche Papille trägt, so bedarf dies einer Richtigstellung dahin, daß die Zellen, welche den Fußteil der erwähnten zweiarmigen Haare umfassen, keine Papillen tragen, wohl aber die die Köpfchendrüsen umstellenden Zellen. Die Spaltöffnungen sind stark unter das Niveau der Epidermis versenkt, die Schließzellen und die diesen angrenzenden, als Nebenzellen aufzufassenden kleinen Zellen sind ebenfalls ohne Papillen.

Die die Spaltöffnung zunächst umstellenden Papillen neigen etwas über dieser zusammen und bilden so einen tiefen äußeren Vorhof (eine windstille Bucht) (Fig. 11 *b*).

An dem Zustandekommen der vorliegenden Bildungen sind nun zwei Elemente beteiligt: einerseits die eigentliche, je einer Epidermis zugehörige Papille und andrerseits die gemeinsame Cuticula. Daß es die letztere allein ist, welche die die einzelnen Papillen verbindenden Strahlen herstellt, hat Vesque[1] erkannt, wenn er in deutscher Übersetzung schreibt: »Bei *D. discolor* ist diese Papille zylindrisch mit stumpfer Spitze; die zahlreichen cuticularen Falten vereinigen sich gegen die Papillen, laufen auf deren Seite hinauf und schlagen sich, oben angekommen, zurück nach Art der Akanthusblätter eines korinthischen Kapitäls. Die Höhe der Papille, deren Wände stark verdickt sind, beträgt ungefähr das Doppelte ihres Durchmessers, die Höhe der eigentlichen Epidermiszellen nicht eingerechnet.«

Parmentier[2] beschreibt sie als »papilles piliformes«, die an ihrem freien Ende verbreitert sind — es scheint, daß er nur den Querschnitt im Auge hat — und Solereder[3] fügt zu seinen Abbildungen nur die Bemerkung, daß das Zellumen an der Papillenbildung kaum beteiligt ist.

[1] L. c., p. 226.

[2] L. c.

[3] L. c.

Das genauere Verständnis dieser immerhin nicht uninteressanten Verhältnisse gibt uns, wie gesagt, die Entwicklungsgeschichte. Während, wie an früherer Stelle erwähnt, die zweiarmigen Haare sehr frühzeitig entwickelt sind und gerade an jungen Blättern als Knospenschutz ihre funktionelle Bedeutung finden dürften, erlangen die Papillen eigentlich erst mit dem ausgereiften Blatte ihre volle Ausbildung.

An einem über 3 *cm* langen jungen Blättchen sehen wir noch nichts von den Papillen. Die Epidermis der Blattunterseite gibt Fig. 8 *a* und *b* in der Flächenansicht und im Querschnitte. Hiebei sei wieder bemerkt, daß derselbe von den erwähnten Haaren in mehreren Schichten überdeckt war, die entfernt werden mußten, um auf die Epidermis selbst sehen zu können. Die äußeren Wände der Epidermiszellen sind hier noch nicht verdickt. Die Cuticula überzieht dieselben als zartes, kaum wahrnehmbares Häutchen. Die schwache Vorwölbung der Epidermiszellen kann, wenn man will, als erste Andeutung der Papillenbildung aufgefaßt werden, wie sie nunmehr in älteren Blättern auftritt.

Die in Fig. 9 *a* und *b* dargestellte Oberflächenansicht, beziehungsweise der zugehörige Querschnitt entstammt einem Blatte, das bereits die Länge von 7 *cm* erreicht hatte. Der Querschnitt *(b)* zeigt uns hier die Papillenbildung. Es hat jede Epidermiszelle eine zapfenförmige Ausstülpung gebildet. Dieselbe ist wie die gesamte Epidermiszelle noch vollkommen ohne Membranverdickung. Die zarte Cuticula scheint den Epidermiszellen, beziehungsweise ihren Papillen nur lose aufzuliegen und ist an Querschnitten durch Blätter dieses Stadiums, wenn nicht in Paraffin eingebettet wurde, wohl stets weggerissen; teilweise abgehoben erscheint sie auch in den Fig. 9 und 10 *b*. Als schmiegsames Häutchen legt sich die Cuticula den Zapfen mehr weniger an, biegt sich oben um und bildet zwischen den einzelnen Papillen hier noch unregelmäßige Falten. Von der Fläche betrachtet erscheinen die Papillen als helle Kreise in den Epidermiszellen, die von einer zarten Kontur umgeben sind, eben der gefalteten über sie gebreiteten Cuticula.

Einen weiteren Fortschritt in der Ausbildung der Papillen konstatieren wir an einem etwas über 9 *cm* langen Blatte, das

noch eingerollt war, aber jedenfalls nicht mehr weit vor der Entfaltung stand (Fig. 10). Die Papillen zeigen gegenüber Fig. 9 insofern einen Fortschritt, als die Verdickung der Papillenwand hier bereits eingesetzt hat. Die Verdickung scheint am Scheitel der Papille zu beginnen und sich von dort auf die Seitenwände auszubreiten. Hiebei fällt auf, daß sich mit Chlorzinkjod nur die Cuticula braun färbt; die Wand der Papille enthält also auch hier noch keine Kutinsubstanzen.

Wie das Flächenbild desselben Stadiums (Fig. 10 *a*) zeigt, unterscheiden sich die Falten der Cuticula hier schon deutlich in solche, die von Papille zu Papille ziehen, und in die schwächeren, die sich zwischen den Papillen verlieren; die ersteren sind hier in ihrer Richtung noch geschlängelt. Wenn nun durch ein gesteigertes Wachstum der Epidermiszellen die einzelnen Papillen weiter auseinandergerückt werden, so werden diese hier noch gewundenen Falten gestreckt und sie erscheinen uns dann wie im ausgebildeten Zustande als geradlinig in der kürzesten Verbindung von Papille zu Papille ziehende Strahlen (Fig. 11 *a*). Die begonnene Verdickung der Papillenwände ist weiter fortgeschritten und hat einen solchen Grad erreicht, daß das Lumen der Papille vollkommen verdrängt ist und nur mehr, besonders bei Behandlung mit KHO oder Eau de Javelle, als ein zarter, dunkler Spalt erkennbar ist, der sich vom Lumen der Epidermiszelle in die Papille hineinzieht. Die Wand der Papille hat sich weiter verdickt und ist teilweise kutinisiert, zugleich mit ihr die übrige Außenwand der Epidermiszellen. Die Cuticula scheint in diesem ausgebildeten Zustande mit den Papillen fester verbunden zu sein. Bei der Behandlung mit Chlorzinkjod tritt das für die Epidermis typische Bild auf, indem sich das eigentliche Korkhäutchen braun, die darunter liegenden Cuticularschichten — in unserem Falle die Papillen und die verdickten Außenwände der Epidermiszellen — gelb färben. Dementsprechend bleiben bei Behandlung mit Schwefelsäure diese äußeren Membranen der Epidermiszellen mit den Papillen ungelöst.

Wie aus dem also geschilderten Vorgang bei der Entstehung dieser Papillen hervorgeht, ist das auffallendste hiebei

das Verhalten, welches die Cuticula zeigt. Die eigentlichen Papillen unterscheiden sich sowohl was ihre Entstehung als auch ihr Aussehen im fertigen Zustande anbelangt, nicht wesentlich von ähnlichen Bildungen, wie sie in mehreren anderen Familien, z. B. bei Campanulaceen und Ericaceen, vorkommen. Eine ähnliche, ich möchte sagen, Selbständigkeit und Unabhängigkeit des Korkhäutchens gegenüber der äußeren Wand der Epidermiszellen, als deren äußerste Schicht es nach den bisherigen Anschauungen doch aufzufassen ist, hat aber entschieden etwas Auffallendes für sich und es fällt schwer, sich über die feineren Bildungs- und Wachstumsmodalitäten dieses selbständig erscheinenden Korkhäutchens befriedigende Vorstellungen zu bilden. Und doch scheint dieses Verhalten nicht so isoliert dazustehen. Ich selbst wurde von meiner Kollegin Fräulein Traunsteiner auf die eigentümliche Struktur der Epidermis der Oberseite der Kelchblätter von *Plumbago europaea* aufmerksam gemacht und da sah ich denn eine Bildung, welche sich im Prinzipe von den beschriebenen Papillen von *Diospyros* kaum unterscheidet. Auch hier sitzt auf jeder Epidermiszelle eine zapfenförmige Papille mit stark verdickten Wandungen und völlig reduziertem Lumen und wie bei *Diospyros* ist auch hier die Cuticula gewissermaßen »darübergebreitet«. Ein Unterschied besteht nur darin, daß, während bei *Diospyros* die Falten nach allen Richtungen hin radiär ausstrahlen, dieselben bei *Plumbago* sich vorzüglich in einer Richtung, nämlich in der Längsrichtung der Kelchblätter, erstrecken, ein Unterschied, der sich aber schließlich auf die verschiedene Form der Epidermiszellen, die dort isodiametrisch, hier in der genannten Richtung gestreckt sind, zurückführen läßt.

Schwierig ist es, sich über die funktionelle Bedeutung dieser papillösen Ausbildung der unterseitigen Epidermis Gedanken zu machen. Parmentier denkt, wie mir scheint, an Transpirationsschutz, wenn er schreibt: ». . . . . prolongements piliformes qui ont pour but d'immobiliser une couche d'aire en contact avec l'epiderme«.[1] Ich sehe aber in der Tat nicht, wie

[1] L. c., p. 48.

gerade diese gefaltete Oberfläche besonders geeignet sein sollte, eine Luftschicht festzuhalten. Zudem ist ja das Blatt mit den erwähnten Haaren ausgestattet, für welche gewiß mit mehr Berechtigung die Funktion des Transpirationsschutzes beansprucht werden darf. Daß die massiven Papillen und die durch sie bedingte vielfache Faltung der Cuticula die funktionelle Bedeutung der Epidermis im allgemeinen, den ausgiebigen Abschluß nach außen zu verstärken geeignet sind, liegt ohneweiters klar. Warum aber finden wir hier gerade diese merkwürdige Form der Verstärkung? Die Möglichkeit, daß es sich hiebei um Schutz gegen Tiere handelt, scheint mir ziemlich naheliegend. Die zahlreichen Falten könnten hiebei wohl als Bewegungshindernisse wirken, vor allem aber mögen die Papillen und Cuticularfalten gegen gewisse, nicht besonders stark entwickelte Mundwerkzeuge Schutz bieten. Wir müßten, um der Sache in diesem Sinne näher zu treten, vor allem die Feinde der Pflanze kennen, wie denn überhaupt die Frage durch eine glückliche Beobachtung der Pflanze in ihrer Heimat am ehesten zu lösen wäre.

Zusammenfassung.

Im folgenden will ich versuchen, das Ergebnis der vorliegenden kleinen Untersuchung in wenigen gedrängten Sätzen zusammenzufassen.

1. Die extranuptialen Nektarien von *Diospyros discolor* (und anderer *Diospyros*-Arten), zum Anlocken für die der Pflanze schutzbietenden Ameisen bestimmt, sind nur an jungen Blättern beschränkte Zeit nach deren Entfaltung aus der Knospe tätig. Die Auffälligmachung der Nektarien für die Ameisen erfolgt hier durch eine eigentümliche Art von Augenbildung, welche durch den anatomischen Aufbau des Organes begründet wird.

2. Jedes »Augennektarium« besteht aus einem mächtigen, aus einer großen Zahl kleiner Zellen aufgebauten Drüsenkörper, welcher ins Mesophyll ein-

gesenkt und durch eine allseits verkorkte Zellscheide von diesem getrennt ist. Die letztere tritt sehr frühzeitig, noch bevor das Nektarium mit der Sekretion nach außen beginnt, auf. Durch sie wird verhindert, daß der im Drüsenkörper befindliche Zucker infolge des höheren osmotischen Druckes in das umgebende Gewebe übertrete, anstatt durch die äußere, die Drüse überziehende Cuticula nach außen gepreßt zu werden. Nachdem die Drüse durch die Sekretion nach außen sich erschöpft hat, stirbt sie ab, da eine weitere Zufuhr von Stoffen durch die Korkscheide unmöglich ist. Diese letztere bildet, indem sich ihre Zellmembranen weiter verdicken, einen wirksamen Wundverschluß an der Stelle des abgestorbenen und in der Folge abgestoßenen Nektariums.

3. Die erste Anlage des Nektariums geht auf eine einzige, sich sehr frühzeitig teilende Epidermiszelle zurück. Im weiteren Verlauf nimmt aber auch das subepidermale Gewebe am Aufbau des Drüsenkörpers und der Scheide Anteil.

4. Die Papillen auf der Blattunterseite von *Diospyros discolor* kommen dadurch zu stande, daß jede Epidermiszelle eine später sich stark verdickende zapfenförmige Ausstülpung bildet. Die Cuticula ist diesen Gebilden zunächst nicht dicht angeschmiegt, sondern überzieht sie mehr weniger lose, sich dabei in zahlreiche Falten legend. Diese Falten nehmen infolge des Flächenwachstums der Zellen nach mechanischen Grundsätzen eine bestimmte Anordnung zwischen den Papillen ein, wodurch das sternförmige Aussehen derselben zu stande kommt. Ob diese Bildungen, was das wahrscheinlichste ist, als ein Schutz gegen Tierfraß anzusehen sind oder welch andere Funktion ihnen zukommt, wäre durch Beobachtung in der Heimat der Pflanze zu prüfen.

Figurenerklärung.

Die Fig. 2 bis 7 sind so orientiert, daß die Oberseite des die Nektarien tragenden Blattes nach oben gekehrt ist. In diesem Sinne ist »oben« und »unten« im diesbezüglichen Texte zu verstehen.

Die mikroskopischen Bilder wurden mit Zeichenprisma angefertigt nach zum größten Teile mit Eau de Javelle aufgehellten und durchgehends mit Chlorzinkjod behandelten Präparaten, um die verkorkten Membranen unterscheiden zu können. In der Darstellung wurden die letzteren durch starke, dunkle Konturen ersichtlich gemacht.

Fig. 1. Junges Blatt von *D. discolor* mit zehn Augennektarien. Sämtliche Nektarien sind noch in Funktion. (Nat. Größe.)

Fig. 2. Medianschnitt durch ein noch in Funktion stehendes Nektarium (Querschnitt durch das betreffende Blatt). Die Zellen der Korkscheide *ks* sind allseitig verkorkt, die Radialwände verdickt; die Randzellen der Scheide *rz* allseitig verdickt und verkorkt. (Vergr. 145.)

Fig. 3. Junges Nektarium eines noch in der Knospenlage befindlichen Blattes (Schnittrichtung wie oben). Noch kaum funktionierend. Die Scheide *ks* weist auch hier schon allseits verkorkte, radial etwas verdickte Zellen auf. Die Randzellen *rz* sind noch nicht deutlich von den übrigen Scheidenzellen zu unterscheiden. (Vergr. 145.)

Fig. 4. Querschnitt (wie oben) durch die Nektariumanlage einer $3 \cdot 2$ *cm* langen Blattknospe. Der Drüsenkörper selbst ist noch kugelig gewölbt. Die Scheide *ks* hat nur radial verkorkte Zellwände, die Randzellen *rz* sind allseits verkorkt. (Vergr. 145).

Fig. 5. Schnitt (wie oben) durch altes, bereits nicht mehr funktionierendes Nektarium. Sämtliche Randzellen *rz* und die Zellen der Korkscheide *ks* teilweise erscheinen durch die starke, mit der fortgeschrittenen Verkorkung verbundene Verdickung ihrer Wände beinahe sklerenchymatisch. (Vergr. 145.)

Fig. 6. Junge, zu ihrer Gänze dem Protoderm angehörige Nektariumanlage des inneren Blättchens einer zirka 1 *cm* langen Knospe im optischen Durchschnitt. (Vergr. 390.)

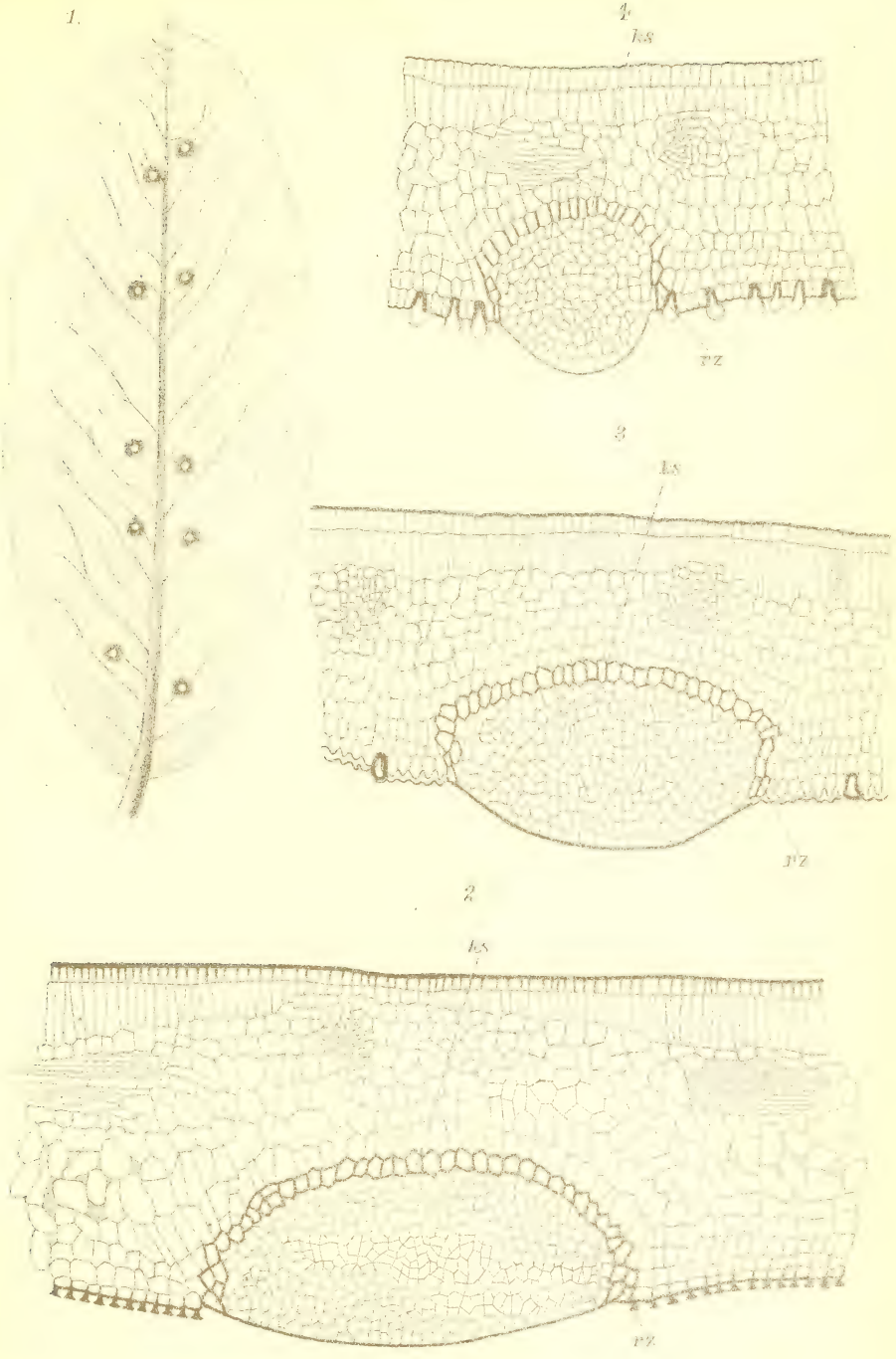
Fig. 7. Eine solche auf dem äußeren Blatte einer ebenfalls zirka 1 *cm* langen Knospe. Beginn der tangentialen Zellteilungen in der subepidermalen Schicht *su*. (Vergr. 390.)

Fig. 8 *a* und *b*. Flächenbild und Querschnitt von einem zirka 1 *cm* langen Blatte vor Beginn der Papillenbildung. (Vergr. 260.)

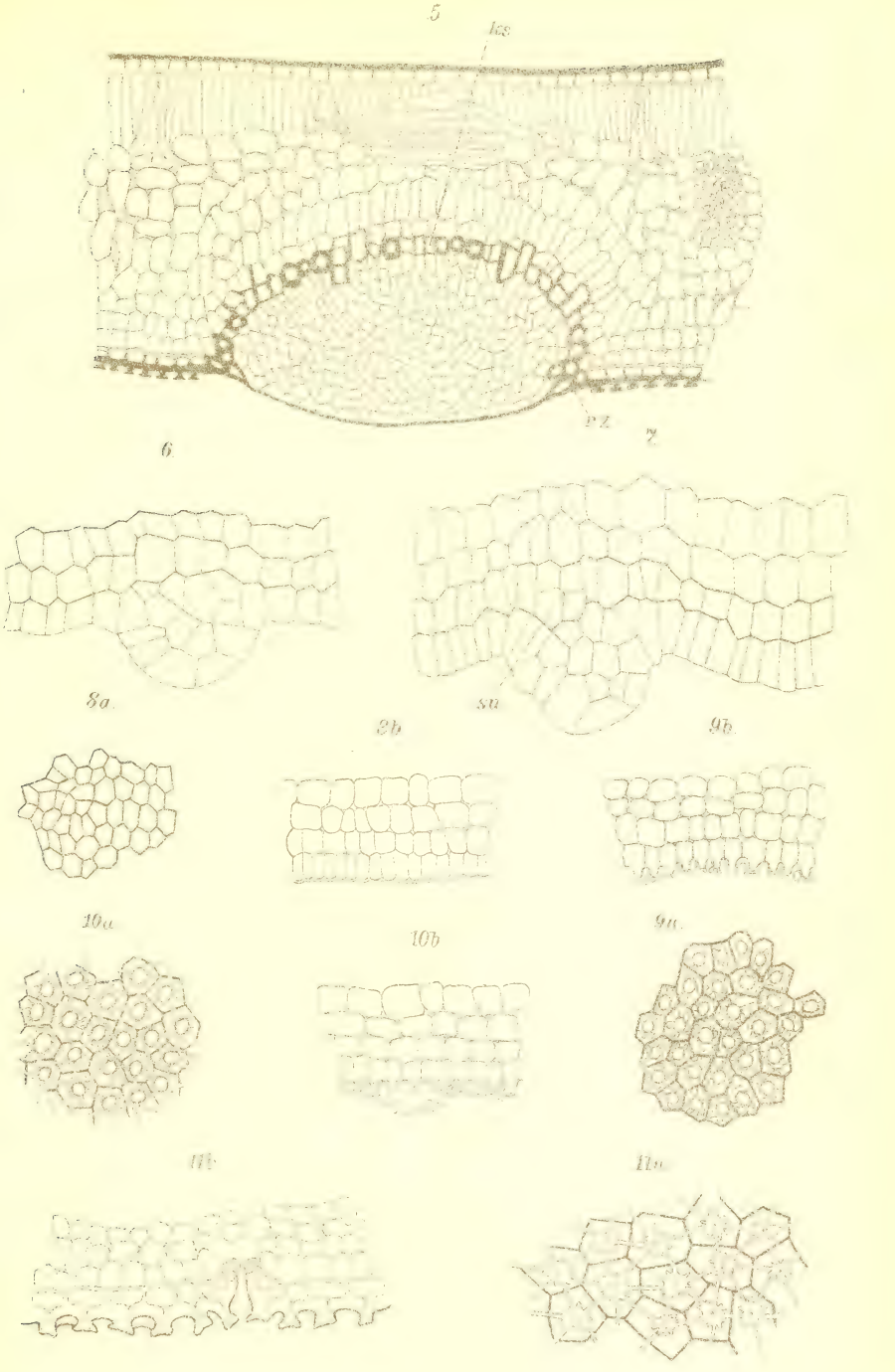
Fig. 9 *a* und *b*. Flächenbild und Querschnitt von einem 7 *cm* langen Blatte. Die papillösen Ausstülpungen der Epidermiszellen noch unverdickt. Die Cuticula lose aufliegend. (Vergr. 260.)

Fig. 10 *a* und *b*. Flächenbild und Querschnitt von einem 9 *cm* langen Blatte. Die Verdickung der Papillenwand hat bereits begonnen. Die von Papille zu Papille ziehenden Falten sind noch geschlängelt. (Vergr. 260.)

Fig. 11 *a* und *b*. Flächenbild und Querschnitt im definitiven Zustande. Die cuticularen Falten zwischen den Papillen sind gestreckt, diese selbst stark verdickt, ihre Lumen beinahe verschwunden. In *b* eine Spaltöffnung mit den darüber zusammenneigenden Papillen. (Vergr. 260.)



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Lith.Anst.v.Th.Bannwarth Wien.

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVI. BAND. IX. HEFT.

JAHRGANG 1907. — NOVEMBER.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 7 TAFELN UND 12 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1907.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER.

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT

des 9. Heftes, November 1907, des CXVI. Bandes, Abteilung I, der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Seite

Gius L., Über den Einfluß submerser Kultur auf Heliotropismus und fixe Lichtlage. (Mit 10 Textfiguren.) [Preis: 2 K — 2 M] 1593

Bruckmoser J., Harmotom und Titanit (siebente Mitteilung über die Darstellung der Kieselsäuren). (Mit 1 Textfigur.) [Preis: 55 h — 55 pf] 1653

Gaulhofer K., Über den Geotropismus der Aroideen-Luftwurzeln. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 85 h — 85 pf] 1669

Schiller J., Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Gattung *Ulva*. (Mit 2 Tafeln und 1 Textfigur.) [Preis: 1 K 15 h — 1 M 15 pf] 1691

Heritsch F., Geologische Studien in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen. I. Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Hohentauern. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 1 K 45 h — 1 M 45 pf] . . . 1717

Preis des ganzen Heftes: 4 K 40 h — 4 M 40 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVI. BAND. IX. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Über den Einfluß submerser Kultur auf Heliotropismus und fixe Lichtlage

von

L. Gius.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Wiener Universität.

(Mit 10 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Oktober 1907.)

In neuerer Zeit wurde gefunden,[1] daß die Spreiten mancher Blätter, welche unter normalen Umständen, d. i. an der Luft, eine bestimmte Orientierung gegenüber dem Lichte anzunehmen pflegen, diese Fähigkeit beim Aufenthalte unter Wasser verlieren. Dieses Ausbleiben der heliotropischen Bewegungen bei den submersen Spreiten wurde damit erklärt, daß das Wasser in den genannten Blättern während der Dauer der Submersion das Lichtperzeptionsvermögen unterdrückte oder stark abschwächte.

Da sich diese Deutung auf nur verhältnismäßig wenige Beobachtungen stützt, so daß es nicht als erwiesen gelten kann, welche Glieder der Reizkette durch diese Bedingungen beeinflußt werden, betraute mich Herr Prof. Hofrat Dr. J. Wiesner mit der Aufgabe, diese Frage auf Grund erweiterter Experimente zu untersuchen.

Ehe ich an die Versuche mit euphotometrischen Blättern (im Sinne Wiesner's[2]) heranging, schien es erforderlich, den Einfluß der Submersion auf den in seinem ganzen Verlauf einfacheren positiven Heliotropismus von orthotropen Keimlingen kennen zu lernen.

---

[1] G. Haberlandt, Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter, Leipzig 1905.

[2] J. Wiesner, Über die Formen der Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke. Biol. Zentralblatt, 1899.

Im folgenden gebe ich eine ausführliche Darstellung meiner Experimente und deren Ergebnisse.

I. Teil.

Versuche mit positiv heliotropischen Keimlingen.

Die physiologische Literatur bietet uns in Bezug auf den Einfluß der Submersion auf die heliotropischen Eigenschaften von Keimlingen und anderen radiär gebauten Pflanzenorganen bis heute äußerst wenig. Submersionsversuche mit Keimlingen hat meines Wissens nur Rothert[1] ausgeführt, und zwar mit Keimlingen von *Avena* und *Brassica*. Die Versuche, welche nur gelegentlich in Hinblick auf die Frage des »Zugwachstums« angestellt wurden, führten jedoch zu keinem einheitlichen Ergebnis, indem sich die submersen Keimlinge manchmal stärker, manchmal schwächer, manchmal wieder ganz gleich krümmten wie die Kontrollkeimlinge. In Anbetracht dieser unbestimmten Resultate können also die Rothert'schen Versuche für unsere Aufgabe nur die beschränkte Bedeutung haben, daß sie die Möglichkeit heliotropischer Krümmungen unter Wasser überhaupt feststellen.

Ich operierte mit den überaus empfindlichen Keimlingen von *Vicia sativa* (Futterwicke) und *Phalaris canariensis* und mit den etwas weniger empfindlichen von *Panicum miliaceum*.

Um im nachfolgenden Wiederholungen zu vermeiden, möchte ich nun an dieser Stelle einige Bemerkungen über die Kultur der Sämlinge und das allgemein Gültige über die Versuchsmethode vorausschicken.

Methodisches.

Da es sich bei meinen Versuchen immer um genaue Vergleiche handelte, so wurde besonderes Gewicht auf eine möglichst gleichmäßige Beschaffenheit aller zu einem Versuche gehörenden Keimlinge gelegt. Zu jedem Versuche wurde überdies

---

[1] W. Rothert, Über Heliotropismus. Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. VII, 1894, § 63.

immer eine größere Anzahl von Keimlingen herangezogen, um von individuellen Schwankungen möglichst unabhängig zu sein.

Um möglichst gerade Keimlinge zu erhalten, ging ich auf folgende Weise vor. Die gequollenen Samenkörner wurden in großen doppelwandigen Keimschalen (nach Molisch) auf eine etwa 4 *cm* dicke Schichte von feingesiebter Gartenerde gesät und dann mit einer dünnen Schicht Erde bedeckt. Zur Erhaltung der nötigen Feuchtigkeit genügte das Einfüllen von Wasser in die Rinne des Doppelrandes. Auf diese Weise konnten sich die Wurzeln der Keimlinge gerade nach abwärts richten. Das Eintopfen ging dann, sobald die Epikotyle 1 bis 2 *cm* lang geworden waren, sehr leicht und glatt vor sich. Die Füllung der kleinen Töpfe, welche die zu den Versuchen bestimmten *Vicia*-Pflänzchen aufnehmen sollten, bestand nicht aus Gartenerde, sondern aus sorgfältig rein geschlemmtem Sande, um jede Trübung des Wassers in der Glaswanne, worin die Submersion stattfand, zu vermeiden.

Die nutierenden Keimlinge von *Vicia* wurden stets von der Flanke her beleuchtet. Wenn nach der Eintopfung, im Verlauf des weiteren Wachstums, einzelne Individuen infolge von autonomen Torsionen die normale »Flankenstellung« geändert hatten, so wurden sie vor dem Experiment ausgemerzt.

Gramineen-, speziell Paniceenkeimlinge sind dagegen, wie Rothert[1] ausdrücklich bemerkt, trotz der anatomisch dorsiventralen Struktur im physiologischen Sinne vollkommen radiär: bei Beleuchtung der verschiedenen Seiten kommt keine Differenz in der Krümmungsfähigkeit zum Vorschein; die bei *Vicia*-Keimlingen notwendige bestimmte Orientierung ist also hier ganz überflüssig.

Bei der Einleitung der Versuche war es selbstverständlich erste Bedingung, daß alle Keimlinge (Versuchs- und Kontrollkeimlinge) gleichmäßig beleuchtet wurden. Zu diesem Zwecke wurde in Fällen, wo Versuchskeimlinge unter Wasser mit Kontrollkeimlingen an der Luft zu vergleichen waren, vor den Kontrollkeimlingen eine entsprechend dicke Wasserschicht eingeschaltet. Als Kuvetten verwendete ich kleine Glasgefäße mit

[1] W. Rothert, Über Heliotropismus, § 11.

annähernd planparallelen Wänden, die mit Wasser gefüllt wurden. Die Gesamtdicke der in Betracht kommenden Wände entsprach annähernd der Wanddicke der Wanne, in der die Versuchskeimlinge sich befanden. Auch die Wasserschichten vor beiden Keimlingsgruppen waren gleich dick. Gruppen von möglichst gleichen Keimlingen, hinter der leeren Kuvette und in der leeren Wanne aufgestellt, reagierten immer gleichmäßig. Damit aber die unter Wasser vor sich gehenden heliotropischen Erscheinungen mit denjenigen an der Luft vergleichbar seien, muß auch die Temperatur in beiden Medien gleich sein oder höchstens zwischen sehr engen Grenzen schwanken. Durch Vorwärmen wurde das Wasser, in das die Versuchspflänzchen eingestellt wurden, auf die Lufttemperatur gebracht. Überdies wurden auch die Wurzeln der an der Luft befindlichen Kontrollkeimlinge durch Einstellen der betreffenden Töpfe in Wasser bis an den Rand feucht gehalten.

Zum Schlusse erwähne ich noch, daß alle im folgenden berücksichtigten heliotropischen Versuche mit Keimlingen im Dunkelzimmer des pflanzenphysiologischen Institutes der Wiener Universität ausgeführt wurden. Als Lichtquelle diente die Gasflamme eines Argandbrenners. Die Exposition erfolgte immer bei streng horizontalem Lichteinfall.

A. Versuche mit etiolierten Keimlingen von Vicia sativa.

Anknüpfend an die einzige mit Sicherheit bekannte Tatsache, daß nämlich submerse Keimstengel heliotropische Krümmungsbewegungen ausführen können, mußte ich mir zunächst die Frage stellen, ob der Verlauf der heliotropischen Bewegungen unter Wasser im Vergleich mit demjenigen unter normalen Bedingungen überhaupt Verschiedenheiten bietet.

Die Antwort auf diese Frage konnte nur von Experimenten gegeben werden, bei welchen eine Anzahl von *Vicia*-Keimlingen während der Induktion und der Reaktion in submerser Aufstellung verblieben (Versuchskeimlinge, Gruppe *a*), während gleichzeitig eine zweite Gruppe von Keimlingen möglichst gleicher Beschaffenheit unter sonst gleichen Bedingungen an

der Luft standen (Kontrollkeimlinge, Gruppe *b*). Ich führte eine ganze Reihe von solchen Versuchen aus; davon seien nur wenige Beispiele angeführt.

Induktion und Reaktion submers.

Versuch 1.

1. Februar 1907.

	6 Versuchskeimlinge, submers Gruppe *a)* Länge 18 bis 28 *mm*.	8 Vergleichskeimlinge, in Luft Gruppe *b)* Länge 18 bis 30 *mm*.
	Beginn der Induktion $10^h\ 30^m$ a. m.	
	Temperatur des Wassers: +21·5° C.	Temperatur der Luft: +22° C.
I. Beobachtung, $11^h\ 38^m$	Bei keinem Keimling dieser Gruppe ist eine Krümmung zu konstatieren.	Die Mehrzahl der Keimlinge zeigt schon äußerst schwache, aber doch unverkennbare Anfänge der Krümmung.
II. Beobachtung, 12^h	5 Keimlinge zeigen schwache, aber deutliche Krümmungen.	7 Keimlinge zeigen schon ziemlich starke Krümmungen. 1 Keimling ist nur schwach gekrümmt.
III. Beobachtung, $12^h\ 40^m$	Alle Keimlinge zeigen stärkere Krümmungen.	Keimlinge alle bedeutend stärker gekrümmt als bei *a*; viele befinden sich schon in der horizontalen Gleichgewichtslage oder haben dieselbe an der äußeren Spitzenregion um ein wenig überschritten.
	In diesem Stadium werden an den Keimlingen der beiden Gruppen nach der Rothert'schen Methode die Ablenkungen (d. i. die Abweichung der vorgeneigten Spitzenregion von der Vertikalen) gemessen, um die Mittel zu vergleichen.	
	22°, 23°, 30°, 29°, 47°, 32° = 183°. Mittel 30°.	57°, 105°, 68°, 39°, 102°, 102°, 95°, 92° = 660°. Mittel 82°.

Versuch 2.

19. Februar 1907.

	11 Versuchskeimlinge, submers. Gruppe *a*. Länge 20 bis 35 *mm*.	16 Vergleichskeimlinge, in Luft. Gruppe *b*. Länge 20 bis 32 *mm*.
	Beginn der Induktion 12^h.	
	Temperatur des Wassers: $+22°$ C.	Temperatur der Luft: $+21{\cdot}5°$ C.
Beobachtung $5^h\ 30^m$ p. m.	Keimlinge ziemlich gleichmäßig gekrümmt, keiner erreicht die Horizontale. Mittel der Ablenkung zirka 45°.	Alle Keimlinge sehr stark und auffallend gleichmäßig gekrümmt. Viele überschreiten mit der äußersten Spitze die Horizontale, die übrigen erreichen sie. Mittel der Ablenkung also zirka 90°.

Versuch 3.

26. Februar 1907.

	7 Versuchskeimlinge, submers. Gruppe *a*. Länge 16 bis 20 *mm*.	7 Vergleichskeimlinge, in Luft. Gruppe *b*. Länge 15 bis 22 *mm*.
	Beginn der Induktion $9^h\ 30^m$ a. m.	
	Temperatur des Wassers: $+22°$ C.	Temperatur der Luft: $+21°$ C.
I. Beobachtung, $10^h\ 5^m$	Nirgends sind Anfänge der Krümmung mit Sicherheit festzustellen.	Nirgends sind Anfänge der Krümmung mit Sicherheit festzustellen.
II. Beobachtung, $10^h\ 55^m$	Einige Keimlinge zeigen die ersten, eben sichtbaren Anfänge der Krümmung.	Krümmungsanfänge sicher bei allen Keimlingen zu sehen, und zwar etwas stärker als bei *a*.

III. Beobachtung, $12^h\ 25^m$	Alle Keimlinge mehr minder deutlich gekrümmt.	Alle Keimlinge bedeutend stärker gekrümmt als bei *a*.
IV. Beobachtung, $1^h\ 45^m$	Ungleichmäßige Krümmungen. Als Mittel wurde 54° eruiert.	Alle Keimlinge erreichen oder überschreiten um eine Spur die Horizontale. Mittel der Ablenkung also 90°.
In diesem Stadium werden beide Gruppen von Keimlingen in ihren bisherigen Aufstellungen durch Überstülpen lichtdichter Stürze verdunkelt, um später den weiteren Verlauf der Reaktion zu beobachten.		
V. Beobachtung, 27. Februar 1907, 9^h a. m.	Alle submers gebliebenen Keimlinge jetzt vollständig glatt aufgerichtet. Sie zeigen gegenwärtig nur die undulierende Nutation.	Alle Keimlinge noch immer sehr gekrümmt. Die Krümmungen scheinen bei dieser Gruppe schon durch Wachstum fixiert zu sein.

Diese drei Versuche als Vertreter von vielen anderen, welche im wesentlichen genau dieselben Ergebnisse lieferten, dürften genügen, um das heliotropische Verhalten der *Vicia*-Keimlinge unter Wasser klarzulegen. Alle diese Versuche, zu welchen ich alle möglichen Entwicklungsstadien der Keimlinge heranzog (bis zu einer Länge von 95 bis 110 *mm*) lehrten übereinstimmend folgendes:

1. daß die heliotropische Reaktion unter Wasser merklich später eintritt als unter sonst gleichen Bedingungen an der Luft;

2. daß die Reaktion in ihrem weiteren Verlaufe unter Wasser bedeutend langsamer vor sich geht als bei normaler Aufstellung;

3. daß nach erfolgter allgemeiner Verdunkelung die positiv heliotropische Bewegung sehr bald zum Stillstand kommt, um in eine entgegengesetzte Aufrichtungsbewegung überzugehen, welche nach relativ kurzer Zeit mit der vollständigen Aufrichtung der submersen Keimlinge endet, während in Luft die Reaktion noch sehr lange Zeit andauert.

Um Mißverständnisse zu vermeiden, will ich noch ausdrücklich bemerken, daß — wie ich mich wiederholt überzeugen konnte — bei sehr lang andauernder kontinuierlicher Beleuchtung die Reaktion auch unter Wasser (abgesehen von der erwähnten Verlangsamung) immer weiter fortschreitet, um endlich dieselben äußeren Resultate zu zeitigen wie bei den Kontrollkeimlingen, d. i. die Erreichung der horizontalen Gleichgewichtslage seitens der sich vorneigenden oberen Region.

Was zunächst das spätere Erscheinen und die beträchtliche Verlangsamung der Reaktion unter Wasser anlangt, mußte ich mir folgende Frage stellen: Hat die Submersion die Lichtempfindlichkeit der Keimstengel oder ihr Reaktionsvermögen oder vielleicht beide Eigenschaften zugleich beeinträchtigt?

Zur Lösung dieser Frage unternahm ich eine zweite Reihe von Versuchen.

Induktion in der Luft, Nachwirkung submers.

Nach etwa einstündiger Induktion wurden die Versuchskeimlinge und die Vergleichskeimlinge vollständig verdunkelt, die ersteren aber submers aufgestellt. In beiden Medien herrschte selbstverständlich gleiche Temperatur. Ich entnehme meinen Aufzeichnungen nur die nachfolgenden Beispiele.

Versuch 4.

12. März 1907.

20 Keimlinge, 30 bis 65 *mm* lang, wurden um $11^h\ 10^m$ a. m. einseitigem Lichte an der Luft exponiert. Dauer der Induktion bis $12^h\ 10^m$. Jetzt werden alle Keimlinge verdunkelt, und zwar:

	a) 11 Versuchskeimlinge, unter Wasser. Temperatur: + 18° C.	*b)* 9 Vergleichskeimlinge, in Luft. Temperatur: + 18° C.
	Zur Zeit der Verdunkelung, beziehungsweise Submersion war noch nirgends der Beginn der Reaktion zu konstatieren.	
I. Beobachtung, $12^h\,30^m$ p. m.	Alle Keimlinge sowohl bei *a)* als bei *b)* an der Spitze schwach, aber deutlich gekrümmt. Keine Unterschiede sind zu konstatieren.	
II. Beobachtung, $1^h\,43^m$ p. m.	Überall sind die Krümmungen stärker geworden. Bei einzelnen Individuen beider Gruppen nähert sich die Ablenkung 90°. Schwierig ist es, mit bloßem Auge zu unterscheiden, bei welcher Gruppe die Reaktion jetzt am stärksten ist, so unmerklich sind die Unterschiede. Eine genauere Messung, um das Mittel der Ablenkung bei *a)* und bei *b)* zu eruieren, ist undurchführbar, weil die damit verbundene Manipulation, die im Lichte vorgenommen werden muß, den weiteren Verlauf der Reaktion beeinflussen würde.	
III. Beobachtung, $2^h\,21^m$ p. m.	Bei den Keimlingen der *b*-Gruppe beobachtet man jetzt eine verstärkte Reaktion. Sicher ist, daß jetzt die *a*-Keimlinge weniger stark gekrümmt sind als die Kontrollkeimlinge. Es scheint, daß die Krümmung bei *a)* jetzt schon um eine Spur zurückgegangen sei, während die *b*-Keimlinge ihre Nachwirkung ein wenig fortgesetzt haben.	
IV. Beobachtung, 3^h p. m.	Die Differenzen zwischen *a)* und *b)* sind markanter geworden. Die *a*-Keimlinge sind zweifellos in der Rücklaufbewegung begriffen.	
V. Beobachtung, 13. März 1907, $9^h\,30^m$ a. m.	Keimlinge ganz aufgerichtet.	Noch alle sehr stark gekrümmt. Die abgelenkte Region hat eine viel größere Ausdehnung als gestern und umfaßt etwa $^1/_3$ bis $^1/_2$ der ganzen Stengellänge. Äußere Spitze manchmal geradegestreckt. Mittel der Ablenkung nach Messung 65°.

Versuch 5.

16. März 1907.

	Beginn der Exposition $9^h\ 30^m$. Verdunkelung um $10^h\ 35^m$. Zu dieser Zeit nirgends Spuren der Krümmung mit Sicherheit wahrzunehmen.	
	a) 9 Versuchskeimlinge, Länge 16 bis 23 *mm*. Wassertemperatur +20·5° C.	*b)* 7 Vergleichskeimlinge, Länge 18 bis 25 *mm*. Lufttemperatur +20·5° C.
I. Beobachtung, $10^h\ 55^m$ a. m.	Spuren der Krümmung sicherlich bei *a)* und bei *b)* ohne Unterschied vorhanden.	
II. Beobachtung, $11^h\ 12^m$ a. m.	Krümmungen überall deutlich geworden. Kein Unterschied bei beiden Gruppen.	
III. Beobachtung, $12^h\ 18^m$ p. m.	Krümmungen sind überall stärker geworden. Sie scheinen aber bei *a)* ein klein wenig stärker zu sein als bei *b)*. Wassertemperatur +20·3° C.	Lufttemperatur +19·6° C.
IV. Beobachtung, $12^h\ 48^m$ p. m.	Krümmungen im allgemeinen entschieden etwas stärker bei *a)* als bei *b)*.	
V. Beobachtung, $1^h\ 8^m$ p. m.	Nachwirkung überall weiter fortgeschritten. Bei *a)* sind aber die Krümmungen im allgemeinen sicherlich um eine Spur stärker als bei *b)*.	
VI. Beobachtung, 2^h p. m.	Bei *a)* scheint die Nachwirkungsbewegung schon erloschen zu sein. Man kann jetzt zwischen *a)* und *b)* einen Unterschied nicht mit Sicherheit konstatieren.	
VII. Beobachtung, 18. März 1907, 10^h a. m.	Beide Gruppen von Keimlingen blieben etwa 45 Stunden in ihren Aufstellungen, bei ununterbrochener Verdunkelung. Jetzt zeigen sich:	
	Alle Keimlinge vollkommen aufgerichtet.	Alle Keimlinge noch immer stark gekrümmt. Die Ablenkung beträgt 60 bis 85°.

Ich verzichte auf die Anführung weiterer Beispiele; nur bemerke ich, daß alle Versuche dieser Kategorie mit zirka 80 Versuchs- und zirka 70 Kontrollkeimlingen im wesentlichen immer dieselben Resultate ergaben, die ich kurz, wie folgt, zusammenfassen will.

1. In einem ersten Zeitabschnitte erfolgt die Nachwirkung unter Wasser mindestens mit derselben Energie und Geschwindigkeit wie an der Luft, häufig sogar ein wenig schneller und energischer.

2. In der weiteren Zeitfolge aber beobachtet man immer bedeutende Differenzen, die darauf beruhen, daß unter Wasser die heliotropische Bewegung bald erlischt, um einer aufrichtenden Rückbewegung zu weichen, während an der Luft die heliotropische Krümmung noch immer fortschreitet.

Die erste Phase dieser ziemlich komplizierten Erscheinung, wo die Nachwirkung der submersen Keimlinge mit derselben Energie stattfand wie an der Luft, würde dafür sprechen, daß bei den Versuchen der ersten Reihe die Submersion nur die Perzeptionsfähigkeit der Keimlinge verringerte. Die zweite Phase aber, d. i. die Verlangsamung der Reaktion und die schließliche Rückwärtsbewegung zwingt uns, anzunehmen, daß das umgebende Wasser auch die heliotropische Bewegung selbst irgendwie hemmt oder beeinflußt.

Zur Klärung dieser Frage wurde nachstehende Versuchsreihe durchgeführt.

Induktion submers, Nachwirkung in Luft.

Nach etwa einstündiger Induktion werden die Versuchskeimlinge aus dem Wasser an die Luft gesetzt und verdunkelt mitsamt den in normaler Aufstellung induzierten Kontrollkeimlingen. Die Maßregeln bei der Einleitung des Versuchs sind schon bekannt; ich möchte nur hinzufügen, daß im Augenblicke der allgemeinen Verdunkelung die bis dahin trocken gebliebenen Kontrollkeimlinge durch momentanes Eintauchen in Wasser feucht gemacht wurden, um eine nur auf die Versuchskeimlinge

beschränkte — und deshalb störende — Temperaturerniedrigung infolge Verdunstung des ihnen anhaftenden Submersionswassers zu vermeiden.

Versuch 6.

25. April 1907.

	$10^h\ 45^m$ a. m. Beginn der Induktion.	
	a) 6 Keimlinge submers, Länge 50 bis 85 *mm*. Temperatur des Wassers +17° C.	*b)* 6 Keimlinge in Luft, Länge 60 bis 80 *mm*. Temperatur der Luft +17° C.
	$11^h\ 45^m$ a. m. Trockenlegung von *a)* und allgemeine Verdunkelung. Zur Zeit der Verdunkelung waren nirgends, weder bei *a)* noch bei *b)* die ersten Anfänge einer Krümmung zu konstatieren.	
I. Beobachtung, 12^h	Einzelne Keimlinge zeigen sicherlich die ersten Spuren der heliotropischen Krümmung.	Dasselbe auch hier. Ein Unterschied in der Stärke ist nicht zu sehen.
II. Beobachtung, $12^h\ 15^m$ p. m.	Die meisten Keimlinge beider Gruppen zeigen unzweifelhafte Krümmungen. Ein Unterschied zwischen *a)* und *b)* ist nicht zu sehen.	
III. Beobachtung, $2^h\ 35^m$ p. m.	Die Krümmungen sind bei beiden Gruppen stärker geworden, aber ein wenig ungleichmäßig. Bei *a)* und bei *b)* sind schwächer und stärker gekrümmte Keimlinge zu beobachten. Bei sehr aufmerksamer Beobachtung scheinen aber die *b)*-Keimlinge jetzt im Mittel um eine geringe Spur stärker gekrümmt als die bei *a)*.	
IV. Beobachtung, $3^h\ 55^m$ p. m.	Die Krümmungen erscheinen überall verstärkt. In beiden Gruppen gibt es Keimlinge, die schon um 90° abgelenkt sind. Weder in der Stärke der Krümmung noch in der Ausdehnung der gekrümmten Strecke ist im allgemeinen eine Differenz zwischen *a)* und *b)* zu konstatieren.	

Versuch 7.

2. Mai 1907.

	$9^h\ 5^m$ a. m. Beginn der Exposition.	
	a) 8 Versuchskeimlinge, submers, Länge 50 bis 65 *mm*. Temperatur des Wassers $+18{\cdot}5°$ C.	*b)* 8 Vergleichskeimlinge, in Luft. Länge 45 bis 63 *mm*. Temperatur der Luft $+18°$ C.
	$10^h\ 4^m$ a. m. Ende der Induktion, Trockenlegung der Gruppe *a)* und allgemeine Verdunkelung. Zu dieser Zeit weder bei *a)* noch bei *b)* Anfänge der Reaktion zu sehen.	
I. Beobachtung, $10^h\ 20^m$ a. m.	Alle Keimlinge zeigen deutliche Krümmungen	Dasselbe ist auch hier zu sehen. Unterschiede zwischen *a)* und *b)* nicht wahrzunehmen.
II. Beobachtung, $10^h\ 35^m$ a. m.	Alle Keimlinge mit deutlichen, noch schwachen Krümmungen.	Dasselbe Ergebnis. Die Krümmungen sind aber hier vielleicht um eine geringe Spur stärker als bei *a)*.
III. Beobachtung, $11^h\ 30^m$ a. m.	Die Krümmungen haben sich überall gleichmäßig verstärkt. Ein Unterschied zwischen *a)* und *b)* ist nicht sicher.	
IV. Beobachtung, $12^h\ 30^m$ p. m.	Krümmungen überall weiter fortgeschritten. Ich glaube jedoch bei *b)* im allgemeinen eine um ein Geringes stärkere Ablenkung zu sehen.	
V. Beobachtung, 1^h p. m.	Weitere allgemeine Verstärkung der Ablenkung. Diese ist aber bei *b)* vielleicht ein klein wenig stärker als bei *a)*.	
VI. Beobachtung, $2^h\ 30^m$ p. m.	Die Krümmungen bei beiden Gruppen sind schon merklich zurückgegangen. Die horizontale Gleichgewichtslage wurde nirgends erreicht. Ein Unterschied in der Ablenkung ist nicht zu konstatieren.	

Alle Experimente dieser dritten Reihe, zu denen insgesamt zirka 80 Versuchskeimlinge und ebenso viele Vergleichskeimlinge herangezogen wurden, waren übereinstimmend.

Die Ergebnisse sind in Kürze:

1. Der Eintritt der Nachwirkung erfolgt bei den Versuchskeimlingen und bei den Kontrollkeimlingen zu gleicher Zeit.

2. Auch im weiteren Verlaufe der Nachwirkung kommen keine nennenswerten Differenzen zwischen den beiden Gruppen zur Beobachtung. Insbesondere ist das Endresultat immer überall ganz gleich.

Der Punkt 1 ist ganz besonders wichtig. Es ist ganz sicher, daß das Submersionswasser die Perzeption des Lichtes bei den Keimstengeln gar nicht stört. Das umgebende Wasser hemmt und beeinflußt nur ihre heliotropischen Bewegungen.

Die nächste Aufgabe bestand nun darin, folgende Frage aufzuklären:

Auf welche Weise übt das Wasser seinen hemmenden Einfluß auf die heliotropischen Bewegungen und worauf beruht die relativ so rasche Aufrichtung heliotropisch gekrümmter Keimlinge unter Wasser?

Die äußerliche, rein mechanische Hemmungswirkung durch die Dichte des Wassers kann wohl jene beträchtliche Verlangsamung der heliotropischen Bewegung bei den dünnen und hochgradig lichtempfindlichen *Vicia*-Keimlingen für sich allein nicht rechtfertigen. Denn wir haben wiederholt gesehen, wie manchmal gerade die heliotropische Bewegung der submersen Keimlinge unter Umständen sogar merklich schneller als an der Luft sein kann. Ferner haben wir noch gesehen, daß die Rückbewegung, die Aufrichtungsbewegung der heliotropisch gebeugten Stengel — eine Bewegung, die mit der heliotropischen gewiß wenigstens die Charakteristik gemein hat, eine Wachstumsbewegung zu sein — unter Wasser immer mit viel größerer Geschwindigkeit vor sich geht wie an der Luft.

Eben aus diesem Grunde können wir auch in der tatsächlich sehr bedeutenden Verlangsamung des Wachstums bei submersen *Vicia*-Keimlingen nicht eine hinreichende Erklärung für die komplizierte Erscheinung finden.

Es lag also nahe, die Verlangsamung der positiv heliotropischen Bewegung sowie die beschleunigte Aufrichtung der Keimlinge auf eine infolge der Submersion gesteigerte negativ geotropische Reaktionsfähigkeit oder auf verstärkten Autotropismus zurückzuführen.

Die Ursachen der beschleunigten Aufrichtung gekrümmter Keimlinge infolge der Submersion.

Zur Beantwortung dieser Frage führte ich mehrere geotropische Versuche mit etiolierten Keimlingen aus, und zwar nicht nur mit *Vicia sativa*, sondern auch mit anderen Pflanzen: *Helianthus annuus, Panicum miliaceum, Lepidium sativum.* Die möglichst gleichmäßig ausgewählten Objekte wurden mittels Wachs in horizontaler Lage (wenn nötig in Flankenstellung) fixiert und vollständig verdunkelt, die einen submers, die anderen in Luft, bei gleicher Temperatur. Die Wurzeln der in Luft befindlichen Kontrollkeimlinge wurden mit feuchter Watte sehr naß gehalten. Alle diese Versuche lehrten immer ohne Ausnahme, daß die negativ geotropische Reaktion im allgemeinen vom Wasser in derselben Weise beeinflußt wird wie die positiv heliotropische. Die geotropische Krümmung zeigte sich bei den submersen Keimlingen immer mit einer merklichen bis sehr ansehnlichen Verspätung und vollzog sich stets mit geringerer Geschwindigkeit als an der Luft. Die Differenzen waren gerade bei *Vicia* am größten, bei *Panicum* dagegen am geringsten. Die geotropischen Bewegungen sind also unter Wasser schwächer als an der Luft. Mit der Gegenwirkung des negativen Geotropismus können wir folglich den abweichenden Verlauf der heliotropischen Bewegungen submerser Keimlinge nicht erklären.

Was nun den vermutlichen Autotropismus anlangt, so mußte untersucht werden, ob die gekrümmten *Vicia*-Keimlinge überhaupt autotropisch aktiv sein können oder nicht.

Zu diesem Zwecke ließ ich vorerst heliotropisch gekrümmte Keimlinge bei vollständiger Verdunkelung um die horizontale Achse des Klinostaten rotieren, um eine einseitige Wirkung der Schwerkraft auf die gekrümmte Region auszuschalten. Wenn solche Keimlinge nach einiger Zeit eine Aufrichtungsbewegung zeigen, so dürfte man das einem ihnen innewohnenden Autotropismus zuschreiben. Es empfiehlt sich, gleichzeitig auch solche Keimlinge, ebenfalls im Dunkeln, an der Luft vertikal aufzustellen. Ist das autonome Aufrichtungsbestreben bei beiden Gruppen von Keimlingen gleich stark, so ist zu erwarten, daß die vertikal ruhenden Versuchskeimlinge nach demselben Zeitabschnitt eine größere Aufrichtung zeigen als die rotierenden, weil bei den ersteren auch die Schwerkraft im gleichen Sinne tätig ist. Ein solcher Versuch soll unten eingehend beschrieben werden (siehe Versuch 8).

Dieser Versuch lieferte bei jeder Wiederholung dasselbe Ergebnis: bei rotierenden Keimlingen geht die Krümmung in gleicher Zeit immer viel mehr zurück als bei den in vertikaler Aufstellung ruhenden Kontrollkeimlingen.

Eine einfache Reflexion veranlaßt mich, an eine nennenswerte Rolle des Autotropismus bei Krümmungserscheinungen unserer Versuchsobjekte stark zu zweifeln. In der Tat, wenn ein nennenswerter Autotropismus als autonomes Aufrichtungsbestreben tätig gewesen wäre, so hätte der motorische Effekt dieses Bestrebens, die Bewegungsamplitude, bei den vertikal ruhenden Keimlingen größer ausfallen müssen als bei den rotierenden Versuchsobjekten, denn bei ersteren außer dem nachzuweisenden Autotropismus noch die sicher vorhandene und genau in demselben Sinne operierende Schwerkraft mitwirkte. Da wir aber an einer späteren Stelle Gelegenheit haben werden, die starke Aufrichtung der rotierenden Keimlinge in befriedigender Weise auf eine vom Autotropismus ganz verschiedene Ursache zurückzuführen, so glaube ich, dem Autotropismus als aufrichtendem Faktor bei tropistisch gekrümmten *Vicia*-Keimlingen, sei es an der Luft, sei es unter Wasser, zum mindesten keine maßgebende Rolle zuschreiben zu dürfen.

Versuch 8.

1. Juni 1907.

Von 11 etiolierten *Vicia*-Keimlingen, welche alle genau bis zu einer Ablenkung von 90° heliotropisch gekrümmt worden waren, wurden:

	a) 5 Versuchskeimlinge horizontal am Klinostaten fixiert und um die horizontale Achse in Rotation gesetzt. Diese Keimlinge befanden sich samt den Wurzeln in einem geschlossenen Glaszylinder, dessen Wände lückenlos mit schwarzem, lichtdichten Papier umhüllt waren. Die Wurzeln waren mit sehr nasser Watte belegt.	*b)* 6 Versuchskeimlinge verblieben dagegen bei vertikaler Aufstellung in Ruhe unter einem Blechsturze.
	$1^h\ 30^m$ p. m. Beginn des Versuches.	
I. Beobachtung, 6^h p. m.	Die rotierenden Keimlinge zeigen schon eine starke Aufrichtung: 2 sind sehr bedeutend aufgerichtet, etwa um 65°, die übrigen sind es weniger, aber doch immer um 40 bis 60°. Schwache Torsionen sind auch zu sehen.	Der am Anfange 90° betragende Ablenkungswinkel ist nur sehr wenig verringert, im Mittel etwa um 5°. Also minimale Aufrichtung!
II. Beobachtung, 2. Juni 1907, 9^h a. m.	Die Geradestreckung der Keimlinge hat seit gestern abends nur geringe Fortschritte gemacht. Ein Keimling ist um etwa 80° aufgerichtet, die anderen folgen nach mit etwas kleineren Werten. Nur ein Keimling ist stark zurückgeblieben und zeigt noch immer eine Ablenkung von 45°.	Hier ist die Aufrichtung viel kleiner als bei *a)* und beträgt im Mittel nicht mehr als 30°. Es bleibt also noch eine mittlere Ablenkung von 60° von der Vertikalen zurück.

Zur besseren Verständlichkeit der weiter unten darzulegenden Ursache der größeren Aufrichtung der rotierenden Keimlinge im Vergleiche zu den nicht rotierten möchte ich jetzt nur vorläufig die Tatsache ausdrücklich betonen, daß ich im Innern des geschlossenen Glaszylinders, worin sich die rotierenden Keimlinge behufs besserer Verdunkelung befanden, am Schlusse der Versuche immer eine so stark dunstgesättigte Luft konstatierte, daß innerlich die Wände des Gefäßes sowie auch die Keimstengel selbst mit einem Niederschlag kondensierten liquiden Wassers bedeckt waren, während sich die Vergleichskeimlinge nur in feuchter Luft befanden und nie eine Spur von Niederschlag aufwiesen.

Wenn also nach dem Gesagten die beobachteten Differenzen in der heliotropischen Reaktion submerser und normal aufgestellter Keimlinge, insbesondere die rasch erfolgende Aufrichtung der ersteren nach der Verdunkelung weder mit einer von der Submersion verstärkten geotropischen Aktivität noch mit dem Autotropismus zu erklären sind, so kann man jene Erscheinung nur auf gewisse von der Submersion verursachte, im Innern der Gewebe sich abspielende mechanische Vorgänge zurückführen.

Theoretischer Versuch einer Lösung dieser Frage.

Der positive Heliotropismus der Stengelorgane ist bekanntlich eine sehr komplizierte Erscheinung. Vor allem wird das Wachstum der Gewebe auf der Lichtseite relativ, d. i. im Vergleiche zur Schattenseite herabgesetzt. Schon diese einseitige Änderung des Wachstums genügt, um eine Beugung des Organes hervorzurufen. Wiesner hat aber in seinem grundlegenden Werke über die heliotropischen Erscheinungen gezeigt und durch Experimente mit Wickenkeimlingen begründet, daß Hand in Hand mit den Wachstumsunterschieden auf den antagonistischen Seiten noch gewisse andere vom Lichte bewirkte Änderungen einiger physikalischen Eigenschaften der Zellmembranen und des Zellenturgors hergehen. Er zeigte nämlich, daß durch die einseitige Wirkung der Lichtstrahlen die Duktilität der Zellhäute auf der Lichtseite im Vergleiche zur Schattenseite zu Gunsten der Elastizität immer mehr verringert und daß

ferner der Turgor der lichtwendigen Zellen bedeutend herabgesetzt wird.

Bei den submersen, einseitig beleuchteten Keimlingen können nun diese die heliotropische Krümmung mächtig begünstigenden Turgordifferenzen nicht in derselben Weise zu stande kommen wie an der Luft. Denn es ist klar, daß bei den submersen Keimlingen sehr bald ein osmotischer Prozeß Platz greifen muß, welcher ein Einströmen von Wasser ins Innere der Zellen hervorruft und das Bestreben hat, überall und allseitig in den Zellen den Turgor zu steigern. Ein solcher Prozeß muß naturnotwendig einerseits das Zustandekommen der Turgordifferenzen in den antagonistischen Seiten des heliotropischen Organes während der seitlichen Belichtung stark erschweren, andrerseits aber die bestehenden Turgordifferenzen nach erfolgter Verdunkelung rasch ausgleichen und so die wiederholt beobachtete schnelle Aufrichtung der Keimlinge hervorrufen. Nur darin also, in der ausgleichenden Wirkung des osmotisch einströmenden Wassers auf die Turgorverhältnisse der antagonistischen Gewebe dürfen wir die Erklärung des abweichenden Verhaltens der submersen Keimlinge erblicken.

Wenn diese Erklärung richtig ist, so dürfen sich heliotropisch gekrümmte Keimlinge, welche durch irgend ein Mittel unbenetzbar, also dem Wasser unzugänglich gemacht und dann submers aufgestellt und verdunkelt wurden, nicht mehr schneller aufrichten als Kontrollkeimlinge in der Luft, jedenfalls aber viel langsamer als ebenfalls submerse, aber vollkommen benetzbare Vergleichsobjekte. Tatsächlich entsprachen die Versuche vollständig den Erwartungen.

Nachfolgender Versuch 9 wurde einige Male wiederholt und immer mit demselben Resultate. Die submersen Keimlinge konnten sich nicht mehr aufrichten, wenn das ganze Epikotyl mit Vaseline bedeckt war. Manchmal sah ich allerdings auch solche Keimlinge sich mehr minder stark aufrichten; eine sorgfältige Untersuchung ergab aber immer, daß kleine Lücken in der Vaselinedecke zurückgeblieben waren.

Versuch 9.

25. Mai 1907.

14 schon im voraus heliotropisch gekrümmte *Vicia*-Keimlinge (Ablenkung = 90°) wurden in drei Gruppen (*a*, *b*, *c*) geteilt und behandelt, wie folgt:

	a) 5 Keimlinge wurden mit einer sehr dünnen Vaselineschichte überzogen, welche die ganze Oberfläche des Epikotyls mit Ausnahme der winzigen Blättchen an der Endknospe bedeckte, und submers in einer Wanne aufgestellt.	*b)* 4 Keimlinge wurden neben den vorigen ebenfalls in derselben Wanne submers aufgestellt, aber ohne mit Vaseline behandelt worden zu sein.	*c)* 5 Keimlinge wurden endlich in ganz normaler Weise vertikal in Luft aufgestellt, ohne Vaseline.
	$1^h\ 30^m$ p. m. Beginn des Versuches: Verdunkelung aller Keimlinge.		
I. Beobachtung, 4^h p. m.	Alle Keimlinge noch ebenso stark gekrümmt wie am Anfang.	Die Keimlinge zeigen schon deutlich den Beginn der aufrichtenden Rückbewegung.	Krümmungen nur um eine Spur zurückgegangen.
II. Beobachtung, 26. Mai 1907, 9^h a. m.	Alle Keimlinge noch immer genau so stark gekrümmt wie gestern um 1^h.	Alle Keimlinge vollständig aufgerichtet.	Keimlinge wie immer nur mäßig aufgerichtet. Die anfängliche Ablenkung ist im Mittel um etwa 30° zurückgegangen.

Um dem Einwand zu begegnen, daß die mit Vaseline behandelten Keimlinge sich nicht aufrichten konnten, weil kein Sauerstoff mehr zu ihnen Zutritt hatte, wurden die folgenden Versuche angestellt, wobei ich nicht den ganzen Epikotyl der Versuchskeimlinge, sondern nur einen mehr minder ausgedehnten Teil desselben mit Vaseline bedeckte.

Versuch 10.

29. Mai 1907.

	6 große, zirka 90 *mm* lange *Vicia*-Keimlinge, welche vorher heliotropisch gekrümmt worden waren und eine gleichmäßige Ablenkung von etwa 90° zeigten, wurden so mit Vaseline behandelt, daß die ganze gekrümmte Strecke von der Spitze angefangen bis etwa $1^1/_2$ *cm* unterhalb der Krümmung unbenetzbar gemacht wurde. Der übrige, 4 bis 5 *cm* lange basale Teil war dem Wasser und somit dem Sauerstoffe zugänglich. So vorbereitet wurden sie unter Wasser gesetzt und verdunkelt.	5 ganz gleiche Keimlinge wurden gleichzeitig in derselben Wanne submers aufgestellt und verdunkelt, aber ganz ohne Vaselinebehandlung.
	12^h Beginn des Experimentes.	
Beobachtung 30. Mai 1907, 10^h a. m.	Die teilweise unbenetzbaren Stengel zeigen noch fast genau dieselbe Ablenkung wie gestern. Es hat nur eine ganz minimale Aufrichtung stattgefunden, die im Mittel etwa 4 bis 5° beträgt.	Ganz benetzbare Keimlinge jetzt vollständig aufgerichtet.

Es erhellt also aus diesem Versuche deutlich, daß, obwohl ein bedeutender Teil der Achse die Funktion der Atmung

ungehindert verrichten konnte, die Aufrichtung nicht stattfand, weil die gekrümmte Strecke dem umgebenden Wasser unzugänglich war. Die ausgebliebene Aufrichtung der gänzlich mit Vaseline bedeckten Keimlinge war also mit dem Mangel an Sauerstoff nicht zu erklären.

Das Resultat dieses Versuches ermunterte mich, durch weitere Beschränkung der mit Vaseline bedeckten Strecke zu studieren, inwiefern ein unmittelbarer Kontakt des umgebenden Wassers mit den aufzurichtenden Teilen nötig ist, um die Aufrichtung hervorzurufen oder zu beschleunigen.

Versuch 11.

6. Juni 1907.

Es wurden in derselben Wanne mehrere Gruppen von heliotropisch gekrümmten Keimlingen submers aufgestellt und verdunkelt. Am Anfange des Versuches — um $1^h\,45^m$ p. m. — betrug die Ablenkung bei allen Keimlingen 90°.

Beginn $1^h\,45^m$ p. m.	I. Beobachtung, $4^h\,45^m$ p. m.	II. Beobachtung, 7. Juni 1907, $11^h\,30^m$ a. m.
a) 6 Keimlinge, gar nicht mit Vaseline behandelt.	Schon fast vollständig aufgerichtet.	Alle Keimlinge vollkommen aufgerichtet.
b) 7 Keimlinge. Von der Spitze angefangen war die ganze vorgebeugte Strecke bis etwa 12 bis 15 *mm* über die Krümmung ringsherum mit Vaseline bestrichen.	Keine Spur von einer beginnenden Aufrichtung.	Von 7 Keimlingen sind 6 noch immer fast ebenso stark gekrümmt wie gestern, sie zeigen bloß eine minimale, höchstens zirka 5° betragende Aufrichtung. Ein Keimling ist aber stark aufgerichtet: in der Vaselinedecke war eine kleine, schmale Lücke auf einer Flanke zu konstatieren.

c) 7 Keimlinge. Nur die konvexe Schattenseite im Bereiche der Krümmung wurde unbenetzbar gemacht. Die konkave Seite erfuhr keine Behandlung.	Aufrichtung schon bis zu etwa 45° gediehen.	Alle Keimlinge sehr gut aufgerichtet, wie *a)*.
d) 7 Keimlinge. Nur die konkave Seite wurde im Bereiche der Krümmung bestrichen. Die konvexe Seite von der Spitze bis zur Basis sowie der basale Teil ringsum bekam keine Vaseline.	Keine bemerkbare Spur einer Aufrichtung, ganz wie *b)*.	2 Keimlinge noch nicht ganz, die übrigen 5 vollständig aufgerichtet.
e) 7 Keimlinge, wurden ohne weitere Behandlung in feuchter Luft unter einem Sturz vertikal aufgestellt.	Gleichmäßige, aber schwache Aufrichtung, die im Mittel etwa 30° betragen dürfte.	Aufrichtung nicht weiter vorgeschritten.
f) 8 Keimlinge, ebenfalls ohne Vaseline, wurden in gewöhnlicher Zimmerluft aufgestellt.	Aufrichtung sehr ungleichmäßig: bei 5 Keimlingen ist sie minimal, bei 3 dagegen etwa 30° betragend.	5 Keimlinge kaum besser aufgerichtet wie gestern, 3 dagegen um etwa 40° aufgerichtet. Die gekrümmte Strecke ist aber — wie immer an der Luft — etwas weiter nach unten geschritten.

Aus diesem Versuche geht mit voller Deutlichkeit hervor, daß für die Erzielung einer sehr raschen Aufrichtung der gekrümmten Keimlinge zunächst die unmittelbare Berührung des Submersionswassers mit der konkaven Seite der gekrümmten Region in Betracht kommt. Ist diese Strecke abgesperrt und ist dagegen die antagonistische konvexe Seite

dem Wasser zugänglich, so erfolgt die Aufrichtung viel langsamer. Ist auch diese Strecke unbenetzbar, so können die freigelassenen basalen Teile der Achse nur sehr geringe Dienste leisten.

Diese Tatsachen lehren aber auf das deutlichste, daß der Einfluß der Submersion auf die heliotropischen Bewegungen der *Vicia*-Keimlinge darin besteht, daß ein osmotisches Einströmen von Wasser in die Gewebe veranlaßt wird, welches naturnotwendig die Tendenz haben muß, die von der Lichtwirkung während der Exposition auf den antagonistischen Seiten der Keimlinge hervorgerufenen Turgordifferenzen wieder auszugleichen. In der Erschwerung der Entstehung solcher Turgordifferenzen ist der Grund der Verlangsamung der heliotropischen Reaktion während der Belichtung, in der raschen Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichtes nach der Verdunkelung ist die Ursache der schnellen Aufrichtung bei submersen Keimlingen zu erblicken.

Das liefert aber auch zugleich eine neue Bekräftigung der zuerst von Wiesner begründeten mechanischen Theorie des positiven Heliotropismus, wonach die Herabsetzung des Turgors auf der Lichtseite ein hochbedeutender Faktor der heliotropischen Krümmung ist.

Schließlich bleibt mir nur noch zu erwähnen, daß die beim Versuch 8 beobachtete stärkere Aufrichtung der im feuchten geschlossenen Raume am Klinostaten rotierenden Keimlinge im Vergleiche zu den ruhenden nach dem oben Gesagten ganz klar wird, wenn man sich nur die p. 1610 betonten Umstände vor Augen hält.

B. Versuche mit etiolierten Keimlingen von Phalaris canariensis.

Induktion und Reaktion submers.

Versuch 12.

20. Februar 1907.

	a) 16 Versuchskeimlinge, submers. Länge zirka 20 bis 30 *mm*. Temperatur des Wassers +20° C.	*b)* 16 Kontrollkeimlinge, in Luft. Länge zirka 20 bis 30 *mm*. Temperatur der Luft +20° C.
	$9^h\ 45^m$ a. m. Beginn der Exposition.	
I. Beobachtung, $10^h\ 30^m$ a. m.	Es sind bei mehreren Keimlingen die ersten Anfänge der Reaktion an der äußersten Spitze sichtbar.	Noch keine Spur einer beginnenden Krümmung ist hier zu sehen.
II. Beobachtung, $11^h\ 30^m$ a. m.	Alle Keimlinge erscheinen an der Spitzenregion sehr schön bogig und gleichmäßig lichtwärts gekrümmt. Die gekrümmte Strecke umfaßt zirka 10 *mm*.	Die Keimlinge sind entschieden bedeutend schwächer gekrümmt als bei *a)*, einzelne Individuen sind sogar noch nicht gekrümmt.
III. Beobachtung, $12^h\ 30^m$ p. m.	Krümmungen noch stärker prononziert, schön bogenförmig und gleichmäßig bei allen Individuen.	Krümmungen bei allen Keimlingen vorhanden, jedoch überall bedeutend schwächer als bei *a)*.

IV. Beobachtung, $2^h\ 40^m$ p. m.	Reaktion nur wenig weiter vorgeschritten. Die gekrümmte Strecke ist tiefer basalwärts hinabgerückt. Die äußerste Spitze erscheint jetzt ausgerichtet. Ablenkungswinkel von der Vertikalen im Mittel 65°.	Keimlinge jetzt mindestens ebenso stark gekrümmt wie die Gruppe *a)*. Die Kurve ist ebenfalls derselben Beschaffenheit.
$2^h\ 30^m$ p. m.	Die Keimlinge beider Gruppen werden jetzt in ihren bisherigen Aufstellungen verdunkelt.	
V. Beobachtung, 21. März 1907, 10^h a. m.	Man kann jetzt im allgemeinen keine nennenswerten Unterschiede im Ausmaße der Aufrichtung zwischen den beiden Gruppen beobachten. Die meisten Keimlinge haben eine ∫-Form angenommen. Eine schwache, kurze Krümmung befindet sich ganz unten an der Basis der Achse, dann folgt eine längere, gerade, aber noch mehr minder schräg lichtwärts stehende Strecke; die Spitzenregion ist endlich aufwärts gerichtet.	

Versuch 13.

29. April 1907.

	a) 24 Versuchskeimlinge, submers. Länge im Mittel zirka 35 *mm*. Temperatur des Wassers +16° C.	*b)* 20 Vergleichskeimlinge, in Luft, Länge zirka 35 *mm*. Temperatur der Luft +16° C.
	$9^h\ 52^m$ a. m. Beginn der Exposition.	
I. Beobachtung, 11^h a. m.	Manche Individuen zeigen die ersten, noch sehr schwachen Krümmungsanfänge.	Desgleichen. Keine Differenzen sind zu konstatieren.
II. Beobachtung, $11^h\ 35^m$ a. m.	Krümmungen sind bei den meisten Keimlingen ganz sicher vorhanden.	Dasselbe gilt auch für diese Gruppe. Keine Unterschiede.

III. Beobachtung, $12^h\,23^m$ p m.	Krümmungen verstärkt und bei allen Keimlingen sehr deutlich geworden.	Auch bei dieser Gruppe. Differenzen sind nicht mit Sicherheit zu beobachten.
IV. Beobachtung, $1^h\,45^m$ p. m.	Krümmungen bei *a)* und *b)* noch stärker geworden. Keine Unterschiede.	
V. Beobachtung, $3^h\,35^m$ p. m.	Einzelne Keimlinge beider Gruppen zeigen jetzt eine Ablenkung von beiläufig 85°. Im allgemeinen sind Unterschiede nicht zu konstatieren.	
$3^h\,35^m$ p. m.	Alle Keimlinge werden jetzt in ihren Aufstellungen verdunkelt.	
VI. Beobachtung, 30. April 1907, 10^h a. m.	Nur wenige Keimlinge beider Gruppen zeigen jetzt eine nahezu vertikale Aufrichtung. Unterschiede zwischen *a)* und *b)* sind im allgemeinen nicht zu beobachten.	

Die eben beschriebenen zwei Versuche mögen genügen, um das inkonstante Verhalten der submersen *Phalaris*-Keimlinge zu illustrieren. Die Resultate der zahlreichen von mir mit dieser Grasart ausgeführten Versuche, wobei insgesamt etwa je 100 Individuen als Versuchs- und Vergleichsobjekte dienten, lassen sich, wie folgt, zusammenfassen:

In vielen Fällen zeigte sich die heliotropische Reaktion zunächst bei den submersen Versuchskeimlingen und verlief bei diesen einige Zeit hindurch energischer und schneller als bei den luftumspülten Versuchskeimlingen. Später aber trat, vielleicht infolge der oben erwähnten osmotischen Vorgänge, eine Verlangsamung der lichtwendigen Bewegung ein, während dagegen bei den Vergleichskeimlingen die heliotropische Reaktion mit unverminderter Energie weiter vorschritt, so daß schließlich die Krümmung bei beiden Gruppen gleich stark erschien.

In anderen Fällen aber konnte man im Verhalten der submersen und der normalen Objekte gar keine

Unterschiede konstatieren, weder in Betreff des Zeitpunktes des Erscheinens der Krümmung noch im weiteren Verlaufe der Reaktion.

Die ersterwähnten Fälle, wo die Reaktion unter Wasser zunächst stärker war als an der Luft, sind nach allen Erfahrungen, die wir bei *Vicia* gemacht haben, sehr bemerkenswert und auch schwer zu erklären. Es wäre interessant, zu untersuchen, ob vielleicht bei *Phalaris* das Licht in den der Lichtquelle zugekehrten Gewebselementen nicht nur eine Herabsetzung des Turgors, sondern auch in einem gewissen Grad eine Verringerung der Permeabilität der protoplasmatischen Hautschichten bewirkte, so daß die Turgordifferenzen auf Licht- und Schattenseite in einem bestimmten Zeitpunkte bei den submersen Keimlingen infolge der weiteren Aufnahme von Wasser auf der Schattenseite relativ größer sein mußten als bei den normalen.[1]

Es scheint ferner eine gewisse Beziehung zu bestehen zwischen dem Verhalten der Keimlinge und der Temperatur der Medien, worin dieselben sich befanden. Denn zumeist (aber nicht immer!) verhielten sich die Keimlinge nach der ersten Weise, wenn die Temperatur in Wasser und in Luft sich um 20° bewegte, nach der zweiten Weise dagegen, wenn sie überall um einige Grade niedriger war. Ich muß die Sache dahingestellt lassen; es wäre aber nicht uninteressant, auch diesen Gegenstand eingehender zu prüfen. Jedenfalls zeigen diese Versuche auf das deutlichste, daß die Lichtempfindlichkeit unter Wasser keine Einbuße erleidet und daß

---

[1] An dieser Stelle möchte ich erwähnen, daß ich ein paarmal auch bei *Vicia* ein demjenigen von *Phalaris* ähnliches Verhalten während der Submersion beobachtete. Ich finde nämlich in meinen Aufzeichnungen die Beschreibung von zwei Versuchen, wobei *Vicia*-Keimlinge unter Wasser früher und energischer reagierten als an der Luft, obwohl die Temperatur in beiden Medien gleich war. Die Versuchskeimlinge wurden aber in diesen zwei Fällen vor dem Experimente etwa 20 bis 24 Stunden lang unter Wasser kultiviert und kamen folglich zum Versuche in einem Zustande stärkerer Turgeszenz als die betreffenden Vergleichskeimlinge. Ob hier die schon am Anfange des Versuches bestehende stärkere Turgeszenz der Gewebe die Lichtempfindlichkeit der Keimlinge erhöhte, kann ich nicht entscheiden.

die Dichte des Wassers der heliotropischen Krümmungsbewegung dünner radiärer Stengelorgane kein nachweisbares mechanisches Hindernis entgegenzustellen vermag.

C. Versuche mit etiolierten Keimlingen von Panicum miliaceum.

Die etiolierten Keimlinge von *Panicum miliaceum* sind bekanntlich etwas weniger lichtempfindlich als *Phalaris*- und *Vicia*-Keimlinge; die heliotropische Reaktion läßt also unter sonst gleichen Umständen längere Zeit auf sich warten. Wie Rothert[1] zeigte, ist nur der kurze, spindelförmige Kotyledo empfindlich. Die Krümmung erfolgt aber nach erfolgter Reizleitung im Hypokotyl.

Zu meinen Versuchen verwendete ich zirka 200 Keimlinge, welche immer fast genau dasselbe Bild lieferten: die heliotropische Reaktion verlief nämlich in den allermeisten Fällen ganz gleich unter Wasser wie an der Luft. Nur in vereinzelten Fällen glaubte ich eine um eine Spur stärkere Krümmung entweder unter Wasser oder an der Luft zu beobachten. Da sich aber diese Unterschiede bald in diesem, bald in jenem Medium zeigten und überhaupt ganz minimal und zweifelhaft waren, so glaube ich, darauf wohl kein weiteres Gewicht legen zu sollen. Heliotropisch gekrümmte Keimlinge richteten sich aber unter Wasser immer schneller auf als an der Luft.

Die Resultate sind also folgende:

Die Keimlinge von *Panicum miliaceum* reagieren auf einseitig einfallendes Licht unter Wasser ebenso rasch und energisch wie an der Luft. Der Verlauf der Reaktion läßt keine nennenswerten Differenzen beobachten. Nach der Verdunkelung beschleunigt aber die Submersion immer die Aufrichtung der gekrümmten Keimlinge.

Auch diese Versuche zeigen wiederum deutlich, daß die Perzeptionsfähigkeit unter Wasser nicht leidet.

---

[1] W. Rothert, Über Heliotropismus, § 29.

Zusammenfassung der wichtigsten Resultate aus dem ersten Teile.

Die Experimente mit *Vicia sativa, Phalaris canariensis* und *Panicum miliaceum* lehren, daß in keinem Falle die Lichtempfindlichkeit der Keimlinge durch die Submersion verringert wird.

Unter den untersuchten Objekten ist der Einfluß der Submersion auf die heliotropischen Vorgänge bei *Vicia sativa* ganz besonders sinnfällig und konstant. Er manifestiert sich in einer Verspätung im Eintreten und in einer beträchtlichen Verlangsamung im weiteren Verlaufe der heliotropischen Reaktion, ferner in einer bedeutenden Verkürzung der Dauer der Nachwirkung, beziehungsweise in einer sehr auffälligen Beschleunigung der Wiederaufrichtung gekrümmter Keimlinge.

Diese Beeinflussung durch die Submersion beruht auf der Aufnahme von Wasser durch Osmose seitens der Gewebselemente. Dieses Wasser hat das Bestreben, die durch die Lichtwirkung hervorgerufenen, die heliotropische Krümmung mitbedingenden Turgorunterschiede in den antagonistischen Seiten der Keimlinge durch Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichtes auszugleichen.

Bei *Phalaris canariensis* ist der Einfluß der Submersion nicht konstant. Nach den gemachten Erfahrungen verursacht die Submersion manchmal in einer noch unaufgeklärten Weise eine Beschleunigung und Verstärkung der heliotropischen Reaktion. Manchmal scheint sie aber keinen erkennbaren Einfluß auszuüben. Bei *Panicum miliaceum* endlich beschleunigt die Submersion die Wiederaufrichtung der heliotropisch gekrümmten Keimlinge.

II. Teil.

Versuche mit euphotometrischen Blättern.

Ob die Lichtlage der Blätter mit Frank,[1] Darwin, Krabbe u. a. m. als eine spezifische Reizlage (Transversal-

---

[1] A. B. Frank, Die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzenteilen und ihre Abhängigkeit vom Licht und von der Gravitation. Leipzig 1870.

oder Diaheliotropismus) aufzufassen ist oder das Ergebnis mehrerer kombinierter Orientierungsimpulse (Eigengewicht, Epinastie, Heliotropismus, Geotropismus) ist, eine Anschauung, welche hauptsächlich von Wiesner[1] vertreten wird, jedenfalls spielt bei ihrem Zustandekommen das Licht, wie der letztgenannte Forscher zuerst nachwies, eine ausschlaggebende Rolle. Gegenüber den orthotropen Keimlingen ist die Lichtreaktion der Blätter schon insofern weitaus komplizierter, als das Perzeptions- und Reaktionsvermögen der einzelnen Blattorgane (Lamina, Stiel, Gelenk) ein verschiedenes ist und überdies durch die Untersuchungen von Vöchting, Czapek und Haberlandt[2] ein dirigierender Einfluß der Lamina auf den Stiel, beziehungsweise das Gelenk sichergestellt wurde.

Eine einfache Übertragung unserer Versuchsergebnisse mit submers gehaltenen Keimlingen auf das Blatt ist daher von vornherein ausgeschlossen oder doch höchstens auf das Verhalten der positiv heliotropischen Blattstiele möglich. Meine nächste Aufgabe bestand daher zunächst darin, zu untersuchen, ob eine Submersion die dorsiventrale Blattlamina in gleicher Weise beeinflußt wie orthotrope Keimlinge, d. h. ob das Lichtperzeptionsvermögen der Lamina erhalten bleibt oder ob gerade umgekehrt die Perzeption unterdrückt wird, wie es nach der Haberlandt'schen Theorie der Lichtsinnesorgane[3] unter Umständen zu erwarten wäre; ihr entsprechend ist eben die Perzeption der Lichtrichtung an eine dioptrische Funktion der Zellen der oberen Epidermis der Blätter gebunden, welche unter Wasser aus rein physikalischen Gründen sistiert erscheint. Tatsächlich unterbleibt in den von Haberlandt[4] ausgeführten Versuchen mit *Humulus lupulus, Begonia discolor, Ostrya*

---

[1] J. Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., mathem.-naturw. Klasse, Bd. XLIII, 1880.

[2] H. Vöchting, Über die Lichtstellung der Laubblätter. Bot. Zeitg. 1888. — Fr. Czapek, Weitere Beiträge zur Kenntnis der geotropischen Reizbewegungen. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. 32, p. 274. — G. Haberlandt, Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter. Leipzig 1905, p. 9 ff.

[3] Auf diese Theorie werden wir später ausführlicher zurückkommen.

[4] G. Haberlandt, Die Lichtsinnesorgane etc., p. 86 ff.

vulgaris, Tropaeolum majus unter Wasser das Einrücken der Blätter in die fixe Lichtlage.

Da außer den genannten Experimenten weitere Erfahrungen über diesen Gegenstand nicht vorliegen — einige ähnliche Versuche Frank's[1] wurden mit Rücksicht auf ein ganz anderes Ziel angestellt — schien es mir erforderlich, wenigstens einige verschiedene Typen von Blättern zu meinen Versuchen heranzuziehen, da von vornherein ein verschiedenes Verhalten der Blätter gegenüber der Submersion anzunehmen war.

Ich benützte daher zu den nachstehenden Versuchen teils Wasser-, teils Landpflanzen und unter letzteren wieder einige Arten, wie *Glechoma hederacea* und *Lysimachia nummularia*, die erfahrungsgemäß eine länger anhaltende Überflutung ertragen können.

Da ferner zur Beurteilung des physiologischen Verhaltens mit Rücksicht auf die Theorie der Lichtsinnesorgane die Kenntnis des anatomischen Baues der oberseitigen Epidermis des Blattes von entscheidender Bedeutung ist, werde ich den Experimenten mit den einzelnen Pflanzen eine kurze anatomische Charakteristik hinzufügen.

Bevor ich aber zur Beschreibung der einzelnen Versuche übergehe, will ich noch das Wichtigste über die Versuchsanstellung vorausschicken.

Methodisches.

Bei der Aufstellung meiner Versuche ging ich immer von der Annahme aus, daß die Blattstiele der zu untersuchenden Blätter möglicherweise mit der Fähigkeit ausgestattet wären, das Licht direkt zu perzipieren. Daher schritt ich immer zur Verdunkelung der Stiele. Bei großen und kräftigen Stielen wurde das durch die übliche Methode des Einwickelns in einen Stanniolverband erzielt. Waren aber die Stiele sehr klein und zart, so konnte man diese Methode nicht anwenden. Da ein Bestreichen mit Tusche aus mehreren Gründen nicht ratsam ist, so bediente ich mich in solchen Fällen einer Mischung von

---

[1] A. B. Frank, Zur Frage über den Transversalgeotropismus und -heliotropismus. Bot. Zeitg. 1873, p. 55.

Vaseline und Kohle, die auf folgende Weise hergestellt wurde. Aus chemisch reiner Saccharose wurde durch lange, vorsichtige Erhitzung eine schwarzglänzende, spröde Masse gewonnen, die aus reinem Kohlenstoff bestand. Die Masse wurde in einer Reibeschale zu feinstem Pulver zerrieben und dann mit dem vorher geschmolzenen Vaseline innig vermengt. Dem Vaseline wurde auch behufs Erhöhung des Schmelzpunktes eine geringe Menge Paraffin zugesetzt. So bekam ich eine tiefschwarze, lichtdichte Masse, die sich vermöge ihrer Weichheit sehr leicht auf die zu verdunkelnden Objekte auftragen ließ. Diese Kohlevaseline (so will ich der Kürze halber diese Mischung nennen) bewährte sich immer sehr gut, sowohl im Winter als auch im Sommer, wo die Temperatur in den Warmhäusern mitunter sehr hoch war.

Als heliotropische Kammer benützte ich für die submers aufzustellenden Objekte große parallelepipedische Glasgefäße mit quadratischer Basis oder auch große Glaswannen, wobei zur Erzielung einer seitlichen Beleuchtung außer einer dem Lichte zugekehrten Wand alle übrigen Wände äußerlich mit lichtdichtem, mattschwarzem Papier bedeckt waren. Manchmal wurden entsprechende schwarze Holzkistchen verwendet, bei denen eine der großen Wände mit einem zirka 20 *cm* langen und 10 *cm* breiten Fenster in der Mitte versehen war. Solche Kistchen wurden einfach über die Gefäße gestülpt und erwiesen sich immer als sehr praktisch.

Ich arbeitete immer mit natürlichem Lichte. Die Versuche wurden zum Teil im Warmhause des pflanzenphysiologischen Institutes ausgeführt, zum Teil aber im Warmhause der biologischen Versuchsanstalt im Prater, wo mir die Leiter der botanischen Abteilung desselben, die Herren L. Ritter v. Portheim und Privatdozent Dr. W. Figdor, Pflanzenmaterial und Geräte in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellten. Es ist mir eine angenehme Pflicht, den genannten Herren für ihr Entgegenkommen an dieser Stelle meine Dankbarkeit auszusprechen.

Heteranthera zosterifolia.

Diese tropische Wasserpflanze besitzt kleine, schmale, stiellose Blättchen, welche dicht nebeneinander an dünnen,

krautigen Stengeln sitzen. Zu Versuchszwecken pflanzte ich je 3 bis 4 junge Sproßenden in einige niedrige, mit Schlamm gefüllte Töpfe und ließ sie einige Zeit lang unter Wasser in einem warmen Raume mit Oberlicht weiter vegetieren, bis die Pflänzchen eine gerade, aufrechte Lage eingenommen hatten und die Blätter horizontal ausgebreitet waren. Sobald dies geschehen war, fixierte ich einzelne Sprößchen mit Bastfasern an dünnen, vertikalen Stäbchen und stellte den Topf im Warmhaus in eine kleine Glaswanne mit entsprechend vorgewärmtem Wasser.

Versuch 14.

30. Jänner 1907, nachmittags.

Ein Topf mit vier eingepflanzten *Heteranthera*-Sprößchen wird submers in einer Wanne aufgestellt: Zwei Sprößchen sind in der Mitte und an der Spitze an vertikalen Stäbchen fixiert, zwei Sprößchen sind nur etwas unterhalb der Mitte gebunden, der obere Teil steht frei. Die Versuchspflänzchen werden nur einseitig von horizontal einfallendem Lichte getroffen. Am Anfange des Versuches sind die Blätter zum Teil durch die Manipulation des Anbindens etwas in Unordnung geraten; sie kehren aber doch die Oberseiten nach oben.

Erste Beobachtung am 2. Februar 1907:

Die freien oberen Regionen der Sprößchen haben sich heliotropisch nach vorn gekrümmt. Die daran sitzenden Blätter zeigen jetzt vertikale Spreiten, senkrecht zum einfallenden Lichte orientiert. Die an der Spitze gebundenen Sproßteile dagegen haben sich nicht krümmen können. Die betreffenden Blätter zeigen noch immer die Anfangslage und scheinen keine Versuche gemacht zu haben, sich durch Torsionen an der Basis zum Lichte zu orientieren.

Dritte Beobachtung am 8. Februar 1907:

Die nur an der Basis fixierten Sprößchen zeigen eine sehr starke heliotropische Krümmung an den oberen freistehenden Internodien. Die entsprechenden Blätter befinden sich in sehr schöner Lichtlage. Die fixierten Pflänzchen sind jetzt etwas

über die Bindungsstelle hinausgewachsen. Die jüngsten freistehenden Internodien sind heliotropisch lichtwärts gekrümmt und haben auf diese Weise ihre neu entwickelten Blättchen senkrecht zum Licht orientiert. Die an unteren unbeweglichen Internodien sitzenden Spreiten bewahren dagegen noch immer ihre Anfangslage.

Man sieht also, daß das Zustandekommen der fixen Lichtlage bei den Blättchen von *Heteranthera* von positiv heliotropischen Bewegungen der Achsen abhängt. Die Spreiten selbst scheinen sich ganz passiv zu verhalten.[1]

Einige weitere Versuche ergaben alle dasselbe Resultat wie der beschriebene.

Ludwigia Mullertii.

Diese submers lebende Onagracee besitzt vierzeilig angeordnete, gegenständige Blättchen mit zartem, dorsiventralen Stiel.

Die Vorbereitungen zum Versuche und dessen Einleitung decken sich vollständig mit denjenigen für *Heteranthera*. Wegen der Zartheit und Kleinheit der Stiele mußte von jedem Verdunkelungsversuche derselben abgesehen werden.

Versuch 15.

12. April 1907, nachmittags.

Ein Topf mit drei Pflänzchen wurde in einer kleinen Wanne submers aufgestellt. Ein Sprößchen war vollständig frei, zwei Sprößchen wurden dagegen an der Spitze knapp unter der Ansatzstelle des ersten Blattpaares an Holzstäbchen fixiert. Die Anfangslage dieser Sprößchen und ihrer Blätter wird in Fig. 1, *A* und *C*, dargestellt. Man sieht, daß die meisten Blätter beiläufig horizontal ausgebreitet waren, so daß das seitlich einfallende Licht die Oberseiten nur unter sehr spitzem Winkel treffen konnte.

---

[1] Aus diesem Grunde will ich von einer Besprechung des anatomischen Baues der Blattepidermis in diesem Falle absehen.

Zweite Beobachtung am 15. April 1907:

Das vollständig freistehende Pflänzchen hat seinen oberen Teil stark heliotropisch nach vorn gekrümmt. Dadurch erreichten die in Betracht kommenden Blätter eine sehr günstige

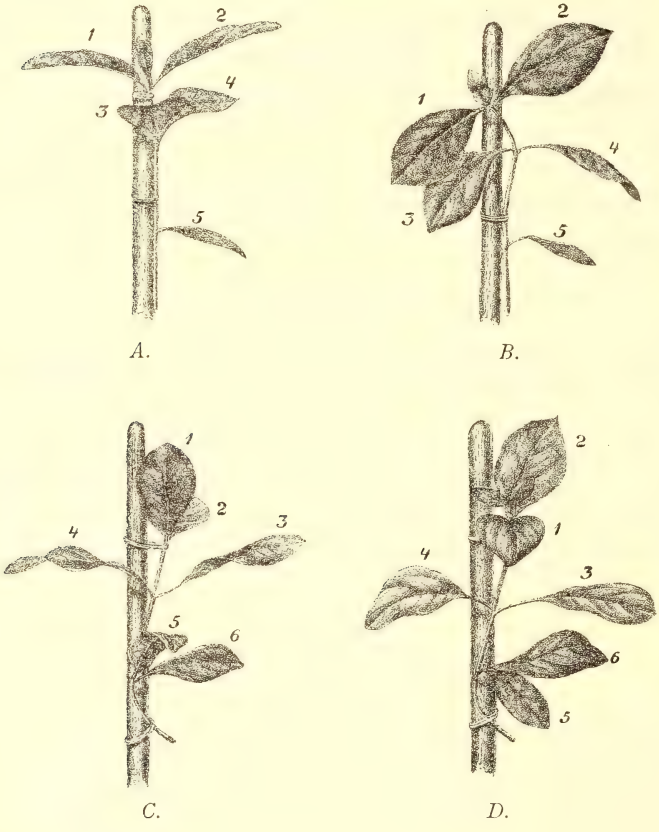


Fig. 1.

Ludwigia Mullertii, natürl. Größe.

Lichtlage, senkrecht zum Lichteinfalle. Die fixierten Sprößchen haben keine heliotropischen Bewegungen der Internodien ausführen können; trotzdem verbesserten die meisten Blätter durch mannigfaltige Bewegungen und Torsionen ihre Lage. Fig. 1, *B* zeigt, wie der eine Sproß (Anfangslage Fig. 1, *A*) infolge eines geringen Wachstums unterhalb der oberen Fixierungsstelle

eine kleine seitliche Krümmung erfahren hat. Diese Krümmung kann aber das Zustandekommen der sehr guten Lichtlage der oberen Blätter 1 und 2 nicht wesentlich begünstigt haben. Eine aufmerksame Betrachtung überzeugt, daß diese Blätter ihre jetzige Lichtlage hauptsächlich einer Torsion der Stiele verdanken. Blatt 3 hat die Spreite im Sinne einer Epinastie gesenkt.

Noch besser treten die Verhältnisse in Fig. 1, *D* hervor, welche die heutige Situation am dritten Sproß (Anfangslage Fig. 1, *C*) darstellt. Hier erfolgte während des Versuches gar keine Krümmung der Internodien. Blatt 1, dessen Spreite am Anfang ungefähr vertikal stand und bloß die Unterseite dem Lichte zukehrte, hat jetzt durch eine epinastische Krümmung die Oberseite dem Lichte zugewendet, ebenso Blatt 5. Blatt 2 hat sich dagegen im Sinne einer Hyponastie gehoben. Die Blätter 3, 4 und 6 haben schwache Biegungen und Torsionen der Spreite ausgeführt.

Dieser Versuch lehrt also folgendes: Im Normalfalle, d. i. wenn die Internodien frei sind in ihren Bewegungen, da spielt beim Zustandekommen der fixen Lichtlage der Blätter der positive Heliotropismus der Achsen die größte Rolle. Wenn aber diese Fähigkeit der Achsen ausgeschaltet ist, so vermögen noch immer die Blätter selbst durch eigene Bewegungen, und zwar je nach dem Falle durch Krümmungen oder Torsionen eine günstige fixe Lichtlage aufzusuchen. Es kann nicht bezweifelt werden, daß alle diese mannigfachen, aber doch einem und demselben Ziele untergeordneten Bewegungen auf ein hochgradiges Lichtperzeptionsvermögen der submersen Blattspreiten von *Ludwigia Mullertii* hindeuten.

Anatomische Charakteristik. Werden die Zellen der oberen Epidermis auf Querschnitten durch die Blattspreite mit dem Messer in der Mitte getroffen, so zeigen sie schwach bogig vorgewölbte, gleichmäßig verdickte Außenwände mit glatter Cuticula. Die Vorwölbung der Außenwände und deren Verdickung ist relativ am stärksten in jenen Zellen, die oberhalb der Gefäßbündel sich befinden. Die Innenwände sind an manchen Zellen eben oder nahezu eben, manchmal aber mehr

oder minder stark vorgewölbt oder unregelmäßig gestaltet (vergl. Fig. 2).

Es gelingt mit Leichtigkeit, mittels einer scharfen Pinzette ansehnliche Epidermisfragmente vom Mesophyll abzutrennen, um damit den Haberlandt'schen »Linsenversuch«[1] vorzunehmen. In der Flächenansicht erscheinen die Umrisse der Zellen gewellt, mit unregelmäßigen Vorsprüngen und Einbuchtungen. Durch den Linsenversuch überzeugt man sich aber sogleich, daß alle Epidermiszellen das Licht wie konvexe Linsen konzentrieren. Bei Einstellung des Mikroskops auf die Ansatzlinien der Palisaden sieht man die Zellumrisse umsäumt von einem schmalen, dunklen Rand, der ein hellbeleuchtetes breites Mittelfeld begrenzt.

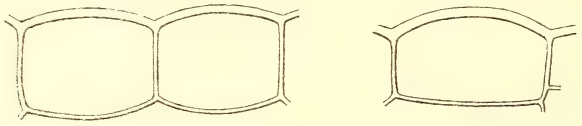


Fig. 2.
Zellen der oberseitigen Blattepidermis von *Ludwigia Mullertii,* im Querschnitt. Vergr. 600.

Bei höherer Einstellung des Tubus wird der dunkle Rand immer breiter, das Mittelfeld immer kleiner, bis es sich endlich zu einem sehr hellen, schmalen Streifen zusammenzieht, dessen Form beiläufig den Umrissen der Zelle entspricht. Die stärkste Konzentration des Lichtes erfolgt also nicht auf der Innenwand, sondern etwas unterhalb derselben.

Lysimachia nummularia.

Die krautigen, am Boden kriechenden Stengel dieser Primulacee besitzen gegenständige Blätter mit flach ausgebreiteter Spreite und kurzem, dorsiventralen Stiel. Ich führte meine Versuche mit in Töpfen eingewurzelten Sprossen aus, welche vor dem Experiment einige Tage lang in normaler, horizontaler Richtung wachsen gelassen wurden.

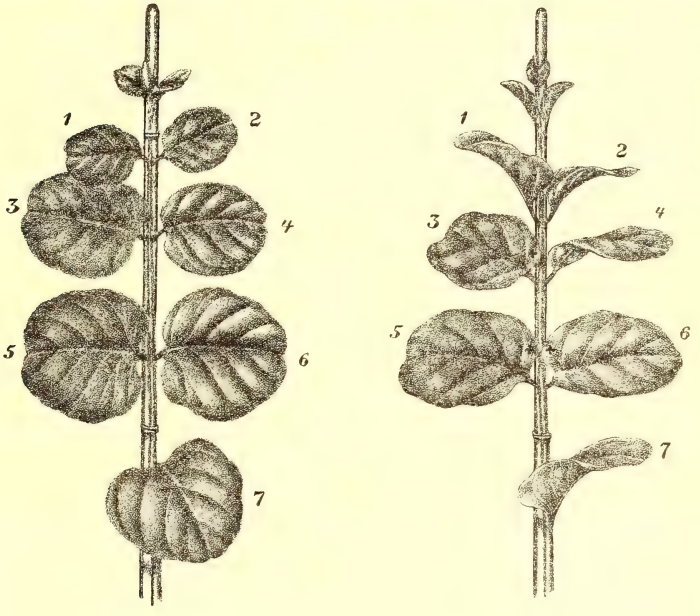
---

[1] G. Haberlandt, Die Lichtsinnesorgane etc., p. 52.

Versuch 16.

18. Mai 1907, nachmittags.

Die zu diesem Versuch ausgewählten Objekte wurden an etwas geneigten Holzstäbchen so fixiert, daß die früher horizontalen Blattspreiten jetzt fast genau vertikal standen. Aus Vorsicht wurden auch die meisten Blattstiele mit Kohlevaseline



A. *B.*

Fig. 3.

Lysimachia nummularia, verkleinert.

verdunkelt. Die so vorbereiteten Pflanzen wurden in hohe Glasgefäße aufrecht gestellt und unter Wasser gesetzt. Die Verdunkelung war derart, daß das Licht nur von oben einfallen konnte: die Oberseiten der Blätter wurden also von den Strahlen nur unter sehr schrägem Winkel getroffen. Fig. 3, *A* stellt einen solchen Sproß am Anfange des Versuches dar mit sieben gut entwickelten Blättern. Die Stiele sind verdunkelt, die meisten Spreiten stehen vertikal; nur Blatt 7, welches in der Medianstellung sich befindet, erscheint stark nach abwärts gebogen.

Zwei Tage später, d. i. am 20. Mai nachmittags, hatten sich sämtliche Blätter nach oben gedreht, und zwar, mit Ausnahme des Blattes 7, durch Torsion der Stiele. Besonders schön war jetzt die Lichtlage der Blätter 1, 2, 4 und 7; ihre Spreiten standen genau oder fast genau horizontal. Die übrigen drei Blätter hatten sich um zirka 60 bis 70° gedreht. Mehr konnten sie aber auch nicht leisten, weil sie augenscheinlich durch eine an der Basis (×) erfolgte Berührung mit dem Stengel und mit dem Stützstäbchen in ihrer weiteren Bewegung gehemmt worden waren (vergl. Fig. 3, *B*).

Durch Kontrollversuche mit Sprossen, welche sich unter sonst gleichen Bedingungen in Luft befanden, konnte ich mich überzeugen, daß die Orientierungsbewegungen der submersen Blätter im allgemeinen nicht langsamer sind als diejenigen der

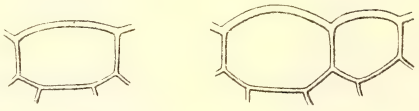


Fig. 4.

Zellen der oberseitigen Blattepidermis von *Lysimachia nummularia*, im Querschnitt. Vergr. 600.

luftumspülten Spreiten. Desgleichen konnte ich beobachten, daß die Verdunkelung der Stiele das Verhalten der Spreiten nicht merklich beeinflußt. Aus dem Gesagten geht also deutlich hervor, daß die Blattspreiten von *Lysimachia nummularia* auch unter Wasser das Licht perzipieren und in eine günstige Lichtlage einrücken können.

Anatomische Charakteristik. Im Querschnitte zeigen die Epidermiszellen zumeist schwach, selten ansehnlich vorgewölbte Außenwände. Ihre Verdickung ist gering und gleichmäßig, die Cuticula sehr zart gestreift. Die Innenwände sind manchmal nahezu eben, öfters aber vorgewölbt oder unregelmäßig gebrochen (vergl. Fig. 4). In der Flächenansicht sind die Zellumrisse stark gewellt. Beim Linsenversuch überzeugt man sich sofort, daß jede Zelle wie eine konvexe Linse funktioniert: ein hell beleuchtetes Mittelfeld, dessen Form den Zellumrissen entspricht, wird von einer dunklen Randzone umsäumt. Die

maximale Lichtkonzentration findet auch hier etwas unterhalb der Innenwand statt, in den Palisaden. Doch herrschen auch auf der Innenwand bedeutende Lichtdifferenzen.

Ficus barbata.

Durch eine Reihe von Vorversuchen überzeugte ich mich, daß junge, auch schon gut entwickelte Blätter dieser Pflanze an der Luft eine Änderung des Lichteinfalles ziemlich rasch durch das Annehmen der entsprechenden neuen fixen Lichtlage beantworten. Mit dem Fortschreiten des Alters nimmt aber diese Fähigkeit der Blätter immer mehr ab, um schließlich ganz zu erlöschen. Der größeren Bequemlichkeit wegen verwendete ich bei meinen Experimenten abgeschnittene Zweigenden mit nicht zu alten Blättern; die Internodien fixierte ich an vertikalen Stäbchen, die mit der Basis im Hals eines Glasfläschchens unbeweglich steckten. *Ficus barbata* verträgt eine sehr lange andauernde Submersion, ohne Schaden zu nehmen. Alle Submersionsexperimente ergaben positive Resultate; es soll also bloß ein Versuch ausführlich beschrieben werden.

Versuch 17.

20. März 1907, vormittags.

Ein junger, abgeschnittener Sproß wurde in einem parallelepipedischen Glaßgefäß unter Wasser aufgestellt. Auf der vorderen Wand der das ganze Gefäß bedeckenden Holzhülle befand sich ein Fenster, durch welches diffuses Tageslicht in die heliotropische Kammer einfallen konnte. Die zarten, radiär gebauten Blattstiele waren alle mit Kohlevaseline verdunkelt. Die Lage der Blätter am Anfange des Versuches wird von Fig. 5, *A* dargestellt. Man erkennt sofort, daß das seitlich eindringende Licht die Oberseiten der Blätter nur sehr schräg treffen konnte. Die Blätter 1 und 2 zeigten bei horizontalem Einblicke bloß die Unterseite *u*.

Beobachtung am 21. März 1907, vormittags.

Blatt 1 hat sich ein wenig gesenkt. Die Spreite ist jetzt horizontal ausgebreitet.

» 2 hat sich etwas gehoben.

Blatt 3 scheint sich um eine Spur lichtwärts gedreht zu haben.
» 4 hat die obere Fläche besser dem Lichte zugekehrt und sich um eine Spur nach rechts gehoben.
» 5 hat sich ein wenig nach links bewegt.

Alle Blätter haben also schon durch mannigfache Bewegungen reagiert; diese Bewegungen wurden in den nach-

A. *B.*

Fig. 5.

Ficus barbata, verkleinert.

folgenden Tagen immer konsequent fortgesetzt. Das am 29. März beobachtete Endresultat wird von Fig. 5, *B* veranschaulicht. Sämtliche Blätter hatten eine neue gute bis sehr gute Lichtlage angenommen. Dabei haben manche Stiele zweifellos Torsionen erfahren müssen, z. B. der Stiel des Blattes 4. Blatt 2 hat seine neue Lichtlage durch eine sehr beträchtliche Hebung erreicht, Blatt 1 durch eine bedeutende

Senkung. In Anbetracht des Umstandes, daß die Blattstiele verdunkelt waren, kann man nicht bezweifeln, daß die mannigfaltigen von den Blättern ausgeführten Bewegungen von einer direkten Beeinflussung der Lamina durch das Licht veranlaßt wurden. Es steht also fest, daß die Blattspreiten von *Ficus barbata* auch unter Wasser die Lichtrichtung zu perzipieren vermögen und die Stiele zu verschiedenen Bewegungen veranlassen.[1]

Anatomische Charakteristik. Auf Querschnitten erscheinen die Außenwände der Epidermiszellen von *Ficus barbata* zumeist ansehnlich vorgewölbt und schwach verdickt. Die Innenwände sind oft im großen und ganzen eben, manchmal allerdings auch in mannigfaltiger Weise nach innen gekrümmt

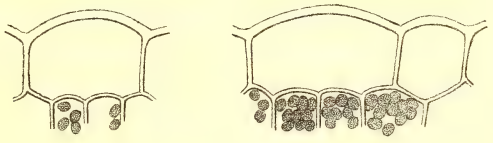


Fig. 6.
Zellen der oberseitigen Blattepidermis von *Ficus barbata*, im Querschnitt. Vergr. 600.

oder gebrochen (vergl. Fig. 6). Die Umrisse der Zellen in der Flächenansicht sind nicht gewellt, sondern unregelmäßig polygonal.

Der Linsenversuch ergibt unverkennbare Beleuchtungsdifferenzen auf den Innenwänden: eine äußere schmale, dunklere Zone umgrenzt ein inneres helles Feld, das bei höherer Einstellung des Tubus immer kleiner wird. Wenn man bei

---

[1] Ob unter normalen Verhältnissen die Stiele am Zustandekommen der fixen Lichtlage auch durch eine eigene direkte Lichtempfindlichkeit beteiligt sind, muß dahingestellt bleiben. Ich konnte bei meinen zahlreichen Versuchen im allgemeinen keine nennenswerte Retardation in der Reaktion der Blätter mit verdunkelten Stielen feststellen. Übrigens wenn auch eine solche Retardation nachweisbar gewesen wäre, so hätte man erst durch geeignete Versuche feststellen müssen, ob sie wirklich auf die Ausschaltung eines eigenen Lichtperzeptionsvermögens der Stiele zurückzuführen sei. Das lag aber außerhalb des Planes meiner Arbeit.

geringer Blendenöffnung beobachtet, so projizieren sich auf die hellen Mittelfelder ziemlich deutliche Bilder von kleinen Gegenständen, die vor dem Spiegel bewegt werden.

Ficus stipulata.

Auch diese *Ficus*-Art verträgt eine lange Überflutung sehr gut. Ich sah wiederholt abgeschnittene Zweige unter Wasser 20 bis 30 Tage lang weiter kräftig vegetieren und neue Blättchen und Würzelchen entwickeln. Dagegen verwelken abgetrennte Ästchen auch in der feuchtwarmen Luft des Gewächshauses sehr rasch und werden unbrauchbar. Deshalb muß man zu Kontrollversuchen in der Luft lange, in Verbindung mit der Mutterpflanze stehende Triebe verwenden. Was die bei der Einleitung der Submersionsversuche befolgte Methode anlangt, so war sie ganz dieselbe wie bei der anderen *Ficus*-Art. Auch die Resultate waren immer positiv. Ich werde nur ein Beispiel kurz beschreiben.

Versuch 18.

15. März 1907, vormittags.

Ein Zweigstück mit mehreren Blättern verschiedenen Alters wird vertikal submers aufgestellt und seitlich beleuchtet. Es werden nur fünf Blätter beobachtet, deren heutige Lage eine derartige ist, daß das einfallende Licht bloß die Oberseiten unter sehr spitzem Winkel trifft. Die Blattstiele sind mit Kohlevaseline verdunkelt.

Zwei Tage später hatten alle Blätter ihre Lage durch Drehungen und Krümmungen der Stiele schon erheblich gebessert. Die Reaktion wurde in den folgenden Tagen langsam, aber ununterbrochen fortgesetzt, bis man am 21. März bei allen Blättern eine günstige bis vollkommene Lichtlage beobachten konnte: die Spreiten hatten sich senkrecht zum Lichteinfalle orientiert.

In dieser Lage verblieben nun die Blätter noch mehrere Tage lang, ohne sie zu ändern, bis der Versuch endgültig abgebrochen wurde. Neue, während der Submersion sich entfaltende Blättchen zeigten am Schluß ebenfalls eine vorzügliche Lichtlage.

Werden vertikal unter Wasser aufgestellte Sprosse statt seitlich vom Zenith her beleuchtet, so stellen sich die Blätter nach einiger Zeit, wie ich mich mehrmals überzeugte, horizontal mit nach oben gekehrter Oberseite, obwohl hiebei oft beträchtliche Torsionen der (verdunkelten) Stiele nötig sind.

Auch die Blätter von *Ficus stipulata* besitzen somit die Fähigkeit, auf Grund einer in der Spreite stattfindenden Lichtperzeption unter Wasser eine neue fixe Lichtlage aufzusuchen.[1]

In Luft ausgeführte Kontrollversuche ließen auch keine Verlangsamung der Reaktion bei submersen Objekten feststellen.

Anatomische Charakteristik. Es herrschen bei den oberseitigen Epidermiszellen dieser *Ficus*-Art im allgemeinen

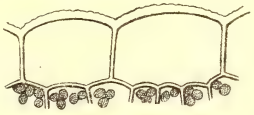


Fig. 7.

Zellen der oberseitigen Blattepidermis von *Ficus stipulata*, im Querschnitt. Vergr. 600.

dieselben Verhältnisse wie bei der vorigen Art: Außenwände mäßig vorgewölbt, mit zartgestreifter Cuticula; Innenwände nicht selten eben oder auch in verschiedenem Grade gebogen (vergl. Fig. 7). Die beim Linsenversuch wahrnehmbaren optischen Erscheinungen sind auch ganz dieselben wie bei *Ficus barbata*.

Tradescantia viridis.

An hängenden Trieben von Tradescantien nehmen die Blätter die fixe Lichtlage, wie Wiesner[2] schon beobachtete, vorwiegend passiv durch eine lichtwendige Aufrichtung der

---

[1] Bezüglich einer etwaigen direkten Lichtempfindlichkeit der Stiele unter normalen Bedingungen soll hier das bereits für *Ficus barbata* Gesagte gelten (vergl. die Note auf p. 1635).

[2] J. Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. Denkschr. der Wiener Akad. der Wiss., mathem.-naturwiss. Klasse, Bd. XLIII, 1880, dritter Abschnitt, II. Kap.

Achsen infolge positiven Heliotropismus und negativen Geotropismus der Achsen ein. »Hindert man« aber »die Zweige, sich aufzurichten, so erfolgt die selbständige Umdrehung der Blätter sehr unvollständig und sehr träge.« Durch einige Vorversuche, die ich mit jungen, kräftigen, in Töpfen eingewurzelten Trieben unternahm, konnte ich mich überzeugen, daß auch bei vollständiger Ausschaltung jeder tropistischen Bewegung der Internodien — diese waren an vertikalen Holzstäbchen unbeweglich fixiert — die Blätter noch immer die Fähigkeit haben, durch — allerdings träge — Bewegungen und Torsionen an der Basis sich zum Lichteinfalle beiläufig senkrecht zu orientieren. Bei solchen Versuchen nahm ich auch Gelegenheit, mich zu vergewissern, daß eine Verdunkelung des etwa vorhandenen sehr kurzen, dorsiventralen Blattstieles an der die Achse umfassenden Scheide für die Energie der Bewegungen der Spreiten vollständig gleichgültig ist.

Als ich aber mit entsprechend vorbereiteten Trieben von *Tradescantia viridis* Submersionsversuche bei seitlicher Beleuchtung unternahm, zeigten die Blätter unter Wasser ein ebenso unerwartetes als sonderbares Benehmen: sie senkten die Spreiten abwärts, vielleicht infolge von einer starken Epinastie oder aus anderen unbekannten Gründen. Dadurch gerieten einige Blätter manchmal in eine sehr günstige Stellung gegenüber dem Lichte, andere dagegen büßten eine am Anfang eingenommene günstige Lichtlage vollständig ein. Verdunkelte ich die submersen Sprosse allseitig, so trat die allgemeine Senkung der Spreiten ebenfalls ein. Allseitig verdunkelte, aber in Luft aufgestellte Sprosse änderten tagelang die Lage ihrer Blätter nicht. Submerse und allseitig dem Lichte zugängliche zeigten dagegen die beschriebene Senkung. Ohne Zweifel war also dieses Verhalten der Blätter nicht von der Art der Beleuchtung, sondern lediglich von der Submersion bedingt. Ich untersuchte, ob vielleicht die relative Armut des Wassers an Sauerstoff schuld daran wäre, und modifizierte meine Experimente dahin, daß ich dem Submersionswasser beständig reichliche Mengen Luft zuführte. Die Senkung der Blattspreiten erfuhr aber weder eine Verlangsamung noch wurde sie, wenn bereits eingetreten, rückgängig gemacht. Es wurde auch

versucht, die Blätter während der Luftzufuhr seitlich oder von oben her durch helles diffuses Licht zu beleuchten, aber ganz vergebens: die Spreiten zeigten nie eine sichere Reaktion auf das Licht.

Wir müssen also die Frage, ob die Submersion die Lichtempfindlichkeit der Blätter von *Tradescantia viridis* aufgehoben hat oder nicht, unentschieden lassen.[1]

Glechoma hederacea.

Für meine Experimente wurden junge, einzeln eingetopfte Pflänzchen verwendet, deren Stengel ich in aufrechter Lage an vertikalen Stäbchen fixierte. Die Pflänzchen wurden bis zum Versuche in einem Raume mit Oberlicht kultiviert, damit die Spreiten der Blätter eine günstige horizontale Lage annähmen.

Was die Verteilung des Lichtperzeptionsvermögens auf Spreite und Stiel anbelangt, so hat Czapek[2] konstatiert, daß »nach Einhüllung der Lamina in Stanniol jede phototrope Reaktion ausbleibt«.

Nach diesem Befunde müßte die Perzeption des Lichtes bei *Glechoma hederacea* nur in der Lamina stattfinden; eine Verdunkelung der Stiele sollte also in Anbetracht des Zweckes meiner Experimente überflüssig sein. Trotzdem wurden bei meinen Versuchen immer auch einige Blattstiele zur Kontrolle mit Kohlevaseline verdunkelt. Von den Blättern mit verdunkelten Stielen wäre eine ebenso rasche und energische Reaktion zu erwarten gewesen wie von den normalen Blättern. Das war aber nicht der Fall; sowohl in Luft als auch unter Wasser beobachtete ich bei allen Versuchen eine merkliche Retardation in der Reaktion der Blätter mit verdunkelten Stielen. Ein Beispiel, das im nachfolgenden beschrieben werden soll, wird die Verhältnisse illustrieren.

---

[1] Ich führte auch mehrere heliotropische Submersionsversuche mit *Tradescantia zebrina* aus, aber ohne Erfolg, weil die untergetauchten Objekte sehr rasch durch Fäulnis zu Grunde gingen, noch bevor die Blätter irgend eine Reaktion gezeigt hätten.

[2] F. Czapek, Weitere Beiträge zur Kenntnis der geotropischen Reizbewegungen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXII, 1898, p. 275.

Versuch 19.

7. Juni 1907, nachmittags.

Ein schon seit einigen Tagen vorbereitetes kräftiges Pflänzchen mit sechs Blättern und vertikal fixierten Internodien wurde in der üblichen Weise submers aufgestellt. Die freie Wand des Gefäßes war nach Norden gekehrt. Die Spreiten der Blätter waren zumeist horizontal ausgebreitet, wie Fig. 8, *A* zeigt. Nur Blatt 3 hatte eine etwas schiefe Lage und kehrte die Oberseite nach dem Hintergrunde der heliotropischen Kammer. Die Stiele der Blätter auf der rechten Seite (2, 4, 6) waren schon einige Tage früher mit Kohlevaseline verdunkelt.

Zwei Tage später, am 9. Juni p. m., hatten die linksseitigen, nicht verdunkelten Blätter ihre Spreiten schon bedeutend nach vorn, lichtwärts gekrümmt. Die anderen Blätter zeigten auch eine begonnene phototropische Reaktion, aber in viel geringerem Grade (vergl. Fig. 8, *B*).

Am 11. Juni abends zeigten die normalen Blätter 3 und 5 eine vollendete fixe Lichtlage: ihre Spreiten hatten sich senkrecht zum Lichteinfall orientiert (vergl. Fig. 8, *C*). Die Blätter mit verdunkelten Stielen dagegen (4 und 6) bildeten noch mit einer vertikal gedachten Ebene Winkel von 30 bis 40° und verharrten weiter in dieser Lage.

Alle diese Orientierungen der Spreiten beruhten hauptsächlich auf Krümmungen der betreffenden Stiele. Das kleine Blatt 1 hatte sonderbarerweise mit einer energischen Krümmung des Stieles die Oberseite nach hinten gekehrt. Da die Lichtlage dieser Spreite am 9. Juni eine bessere war (vergl. Fig. 8, *B* 1), so ist wohl diese Stellung nicht auf die Wirkung etwaiger Lichtreflexe von der hinteren Wand her zurückzuführen, sondern auf andere Ursachen.[1]

---

[1] Bei dieser Gelegenheit möchte ich folgende Beobachtung erwähnen, die ich nur bei *Glechoma* gemacht habe. Wenn die Blattstiele unmittelbar vor der Submersion verdunkelt wurden, so benahmen sie sich später unter Wasser in einer sonderbaren Weise. Sie krümmten sich energisch und ganz regellos nach allen Richtungen und brachten die Spreiten in alle möglichen Lagen, die in keiner Beziehung mit den Lichtverhältnissen standen. Eine halbwegs günstige Lichtlage dieser Blätter kam unter solchen Umständen nur selten und ganz zufälliger-

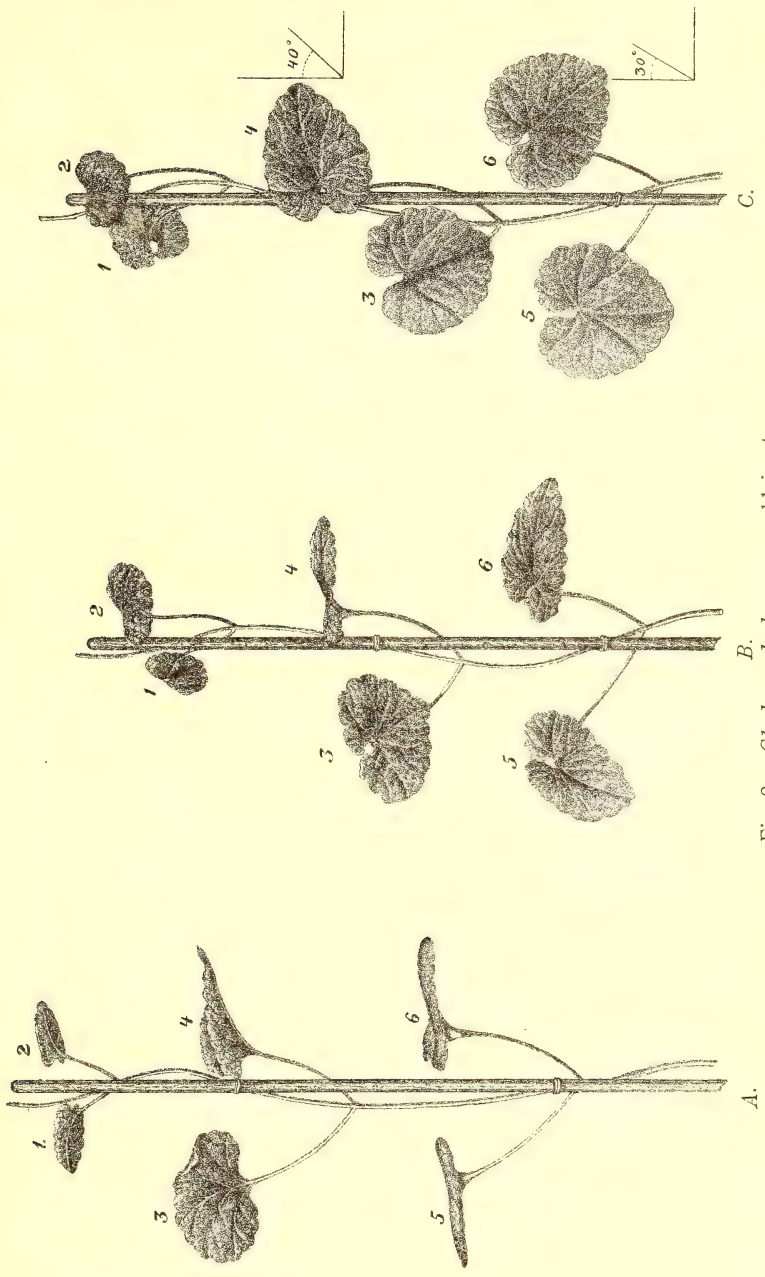


Fig. 8. *Glechoma hederacea*, verkleinert.

Mehrere andere Versuche ergaben im allgemeinen dieselben Resultate. Bezüglich der Verspätung und der Unvollkommenheit der Reaktion der Blätter mit verdunkelten Stielen müssen wir annehmen, entweder daß die Stiele im Widerspruche mit der Meinung Czapek's doch ein eigenes — allerdings schwaches — Lichtperzeptionsvermögen besitzen, welches durch die Verdunkelung ausgeschaltet wurde, oder daß die Verdunkelung im Inneren der Stiele andere Störungen, wie z. B. wahrscheinlich eine gewisse Dunkelstarre, verursachte, welche die Energie des von der Spreite übergeleiteten Reizimpulses einigermaßen abschwächte. Jedenfalls steht es fest, daß die Blattspreiten von *Glechoma hederacea* auch

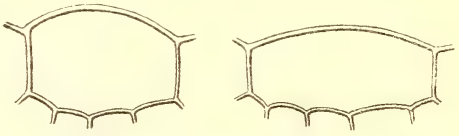


Fig. 9.

Zellen der oberseitigen Blattepidermis von *Glechoma hederacea*, im Querschnitt. Vergr. 600.

unter Wasser im stande sind, die Lichtrichtung zu perzipieren.

Anatomische Charakteristik. Eine beträchtliche Vorwölbung der Außenwand zeigen nur jene Epidermiszellen, die oberhalb der Gefäßbündel sich befinden, sonst ist die Vorwölbung eine schwache (vergl. Fig. 9). In Bezug auf die Innenwände herrscht auch hier Unregelmäßigkeit. Es fehlen nicht Zellen mit ebenen oder fast ebenen Innenwänden, zumeist sind aber letztere auf verschiedene Weise gekrümmt oder gewölbt.

---

weise zu stande. Die nicht verdunkelten Stiele, beziehungsweise ihre Spreiten verhielten sich dagegen ganz normal, abgesehen von seltenen Fällen, wo es sich um sehr junge Blättchen handelte (vergl. Fig. 8, *C* 1). Da solche kapriziöse Krümmungen der verdunkelten Stiele bei Kontrollversuchen in Luft nie beobachtet wurden, so muß man sie auf eine kombinierte Wirkung der Verdunkelung (der Stiele) und der Submersion (der Spreiten) zurückführen.

Als ich aber die Stiele schon einige Tage vor dem Versuche verdunkelte, blieben die regellosen Krümmungen während der Überflutung vollständig aus.

In der Flächenansicht erscheinen die Zellumrisse gewellt. Die Linsenfunktion ist bei allen Zellen deutlich zu beobachten.

Philodendron subovatum.

Wegen der Spärlichkeit des verfügbaren Materials konnte ich mit dieser Aracee nur wenige Submersionsversuche machen. Ich verwendete dazu junge, an der Basis des Stieles abgeschnittene Blätter, die in kleine, mit Sand gefüllte Blumentöpfe umgepflanzt wurden. Alle benützten Blätter hatten, in Verbindung mit der Mutterpflanze, die fixe Lichtlage schon angenommen. Leider vertrugen die meisten Objekte die Überflutung nicht gut und verfaulten nach kurzer Zeit. Von den Experimenten, die sichere Resultate ergaben, will ich nur eines aus dem Versuchsprotokolle herausgreifen.

Versuch 20.

18. Februar 1907.

Ein junges *Philodendron*-Blatt wurde zu Mittag in eine Glaswanne submers aufgestellt. Die Spreite war horizontal ausgebreitet und in der Medianstellung, die Spitze nach hinten gekehrt. Das war eben die Lage, welche das Blatt an seinem Sprosse früher inne hatte. Der ganze Stiel wurde mit einem Stanniolverbande verdunkelt. Diffuses Licht konnte in die heliotropische Kammer nur von vorn eindringen und streifte die obere Fläche des Blattes unter sehr schrägem Winkel.

Erste Beobachtung am selben Tage abends:

Das Blatt hat die Spreite schon merklich lichtwärts gehoben durch eine Bewegung in der Medianebene.

Zweite Beobachtung am 19. Februar, 11^h a. m.:

Die Spreite hat ihre Reaktion fortgesetzt. Sie hat sich um etwa 20° gehoben.

Dritte Beobachtung am 21. Februar, 10^h a. m.:

Es ist eine weitere, aber geringe Besserung der Lichtlage eingetreten.

Fünfte Beobachtung am 25. Februar, 12^{h}:

Die Spreite hat sich stark lichtwärts gehoben. Die Amplitude der ausgeführten Bewegung beträgt schätzungsweise mindestens 60°. Die Lichtlage ist eine günstige. Dadurch hat aber die Spitze des Blattes die Oberfläche des Wassers erreicht.

In der Folge wurde diese Lichtlage nicht mehr gebessert. Die äußere Blattspitze ragte aus dem Wasser nicht heraus, sondern krümmte sich horizontal zurück. Andere Blätter, die sich am Anfange des Versuches in Flankenstellung befanden und folglich zur Erreichung einer guten Lichtlage Torsionen hätten ausführen müssen, machten entweder sehr schwache Versuche, sich zu wenden, oder reagierten gar nicht. Es scheint

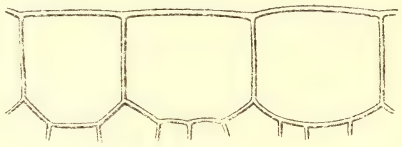


Fig. 10.

Zellen der oberseitigen Blattepidermis von *Philodendron subovatum*, im Querschnitt. Vergr. 600.

also, daß die Blätter von *Philodendron subovatum* unter Wasser nur in der Medianebene tropistische Krümmungen ausführen können.

Aus dem Versuche geht mit Sicherheit hervor, daß die Spreite von *Philodendron subovatum* auch unter Wasser das Licht perzipiert.

Anatomische Charakteristik. Querschnitte durch die Blattspreite zeigen, daß die Außenwände der Epidermiszellen ohne Ausnahme ganz eben sind, daß dagegen die Innenwände immer in das Mesophyll stark hineinragen, indem sie entweder zweimal gebrochen oder bogig vorgewölbt sind (vergl. Fig. 10).

Von einer Linsenfunktion solcher Zellen kann selbstverständlich nicht gesprochen werden.

Monstera deliciosa.

Obwohl mir nur fünf junge, an der Stielbasis abgetrennte Blätter dieser Aracee zur Verfügung standen, konnte ich damit

dank ihrer Reaktionsfähigkeit in den Monaten April und Mai d. J. mehrere Versuche ausführen, welche ohne Ausnahme sehr gut gelangen und sichere Resultate ergaben. Die Blätter vertrugen eine sehr lange Überflutung, ohne im geringsten geschädigt zu werden, und bewahrten lange Zeit ungeschwächt ihre Reaktionsfähigkeit, so daß ich mit denselben Objekten zwei, sogar drei Versuche durchführen konnte. Die Reaktion auf das Licht erfolgte zwar langsam, jedoch sicher und exakt, ganz gleichgültig, ob die Blätter submers oder an der Luft aufgestellt waren, gleichgültig, ob die Stiele verdunkelt waren oder nicht. Wie bei *Philodendron subovatum* so wurden auch hier die Blätter paarweise oder einzeln in Töpfe gepflanzt. Bei Einleitung der Versuche gab ich den Spreiten jede mögliche Lage: die horizontale, die vertikale, die Flankenstellung, die Medianstellung etc., jedoch immer so, daß das seitliche Licht entweder nahezu parallel zur Lamina einfiel oder die obere Fläche derselben unter sehr spitzem Winkel traf. Welche auch immer die Anfangslage war, die Spreiten erreichten unter allen Umständen innerhalb 10 bis 15 Tagen eine sehr günstige Lichtlage, indem sie sich immer genau senkrecht zum Lichteinfall orientierten. Die tropistische Bewegung erfolgte immer bloß in dem unmittelbar unterhalb der Spreite befindlichen Stielgelenk, welches etwa 15 bis 20 *mm* lang ist und sich äußerlich nur wenig vom übrigen Stiel abhebt. Es konnte sich je nach dem Falle nicht nur in der Medianebene des Blattes, sondern nach allen Richtungen hin ausgiebig krümmen und tordieren. Nur muß man bei der Vornahme der Verdunkelung Vorsicht anwenden. Die Bedeckung des ganzen Stieles durch ein spiralig aufgerolltes Stanniolband hemmte die Bewegungen des Gelenkes. Bei Anwendung eines kleineren Streifens des Stanniolpapieres und Bedeckung der Gelenkstrecke mit einer Schichte von Kohlevaseline wurden durchwegs gute Resultate erzielt.

Ich sehe von einer detaillierten Beschreibung eines Versuches ab, weil schon aus den obigen Ausführungen mit aller Deutlichkeit hervorgeht, daß die junge Spreite von *Monstera deliciosa* auch unter Wasser die Lichtrichtung perzipiert und durch Reizleitung das Gelenk zu tropistischen Bewegungen veranlaßt.

Anatomische Charakteristik. Die oberen Epidermiszellen von *Monstera deliciosa* besitzen im wesentlichen denselben Bau wie die Zellen von *Philodendron:* ebene Außenwände, vorgewölbte Innenwände (vergl. Fig. 10).

Aus den vorangehenden Experimenten ergibt sich, daß die Blattspreiten von *Ludwigia Mullertii, Lysimachia nummularia, Ficus barbata, Ficus stipulata, Glechoma hederacea, Philodendron subovatum, Monstera deliciosa* unter Wasser das Licht zu perzipieren und unabhängig von einem etwaigen direkten Lichtempfindungsvermögen des Stieles (beziehungsweise Gelenkes) eine neue günstige Lichtlage aufzusuchen vermögen, daß demnach bei den untersuchten Blättern ebenso wie bei den Keimlingen das Perzeptionsvermögen auch unter Wasser erhalten bleibt.[1]

Haberlandt faßt, wie schon früher angedeutet wurde, die oberseitigen Epidermiszellen der euphotometrischen Blätter als Lichtsinneszellen auf. In Bezug auf ihre Form und auf die entsprechende optische Funktion unterscheidet er zwei Grundtypen:

Der erste Typus wird von Zellen repräsentiert, deren Außenwände eben sind, die Innenwände dagegen in das Mesophyll hineinragen, indem sie im Profil entweder zweimal gebrochen oder bogig vorgewölbt erscheinen: Typus der »glatten Epidermis«.

Der zweite Typus besitzt dagegen eine ebene Innenwand und eine sphärisch oder papillenförmig vorgewölbte Außenwand: Typus der »papillösen Epidermis«.

Diese Grundtypen funktionieren nun in folgender Weise:

Fallen die Lichtstrahlen senkrecht auf die Außenwand — und das geschieht, wenn die betreffende Blattspreite sich in der günstigsten Lichtlage befindet — so ist beim ersten Typus die

---

[1] Ob durch den Einfluß der Submersion in manchen Fällen vielleicht eine quantitative Änderung des Perzeptionsvermögens eintritt, muß ich unentschieden lassen. Bei den komplizierten und starken individuellen Schwankungen ausgesetzten Reaktionen der Blätter halte ich es für nicht berechtigt, aus der Reaktionszeit auf den Grad der Perzeption zu schließen.

ebene Außenwand in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig beleuchtet: die anliegende Plasmahaut als eigentlich perzipierendes Organ ist keinen Lichtdifferenzen unterworfen. Anders ist es aber mit der nach dem Mesophyll vorgewölbten Innenwand und der betreffenden Plasmahaut. Hier fallen die Lichtstrahlen nur auf einen mittleren Teil der Wand senkrecht und beleuchten ihn am hellsten, die ringsherum befindlichen steilen Wandpartien werden aber nur schräg getroffen und empfangen folglich schwächeres Licht.

Der zweite Grundtypus ist insoferne eine Vervollkommnung des ersteren, als die vorgewölbte Außenwand unter Zuhilfenahme des lichtbrechenden Zellsaftes einen dioptrischen Apparat bildet, welcher ähnlich wie eine konvexe Linse die parallel zur optischen Achse der Zelle einfallenden Lichtstrahlen auf die Mitte der ebenen Innenwand, beziehungsweise der anliegenden Plasmahaut konzentriert, während eine mehr oder minder breite Randzone derselben keines oder nur sehr spärliches Licht empfängt.

Werden nun die Spreiten aus der günstigen fixen Lichtlage herausgebracht, d. h. wird der Lichteinfall ein schräger, so ändern sich naturgemäß auch die Lichtverhältnisse auf den Innenwänden. Beim ersten Typus bekommen jetzt die dem Lichteinfalle zugekehrten steilen Innenwandpartien helleres Licht, die entgegengesetzten aber schwächeres. Beim zweiten Typus verläßt das helle Mittelfeld seine zentrale Lage und wandert gegen den Rand hin, während die dunkle Randzone auf der einen Seite schmäler, auf der anderen Seite breiter wird. Die verschiedenen Partien der Plasmahaut besitzen aber nach Haberlandt eine verschiedene Lichtstimmung:[1] das

---

[1] Haberlandt hat in seiner Hauptschrift über die Lichtsinnesorgane diese verschiedene Lichtstimmung der Plasmahaut ausdrücklich betont, wie aus mehreren Stellen unzweideutig hervorgeht (vergl. Die Lichtsinnesorgane etc., 1905, p. 45, 48, 49, 127, 132). Als aber später Kniep durch sorgfältige Versuche mit *Tropaeolum*-Blätter (vergl. H. Kniep, Über die Lichtperzeption der Laubblätter. Biol. Zentralblatt, Bd. XXVII, Nr. 4 und 5, 1907) zeigte, daß solche Blätter auf eine Änderung des Lichteinfalles auch dann mit ausgiebigen Orientierungsbewegungen reagierten, wenn die papillösen Epidermiszellen durch Bedeckung mit einer Schichte von stark lichtbrechendem Paraffinöl in ein System

Mittelfeld ist auf helleres Licht abgestimmt, die Randzone auf dunkleres. Wenn die Beleuchtungsverhältnisse dieser normalen Lichtstimmung entsprechen, so befindet sich die Blattspreite in der heliotropischen Gleichgewichtslage und verharrt darin. Wird aber die Lichtverteilung auf der Innenwand durch Änderung des Lichteinfalles geändert, so geraten hellgestimmte Partien der Plasmahaut in relative Dunkelheit, dunkelgestimmte dagegen in viel zu helles Licht. Darum werden alle Verschiebungen der normalen Beleuchtungsverhältnisse von den Plasmahäuten als Reiz empfunden, auf welchen das Blatt durch tropistische Bewegungen zu antworten sucht. Auf diese Weise wird das euphotometrische Blatt befähigt, jede Änderung der Lichtrichtung wahrzunehmen.

Was nun das optische Verhalten der beiden Zelltypen gegenüber der Submersion anlangt, so ist es leicht einzusehen, daß beim Typus der »glatten Epidermis«, wo die Verteilung

---

von Zerstreuungslinsen umgewandelt wurden in der Weise, daß das Mittelfeld am schwächsten, die Randzone am stärksten beleuchtet war, präzisierte Haberlandt in einer weiteren Mitteilung (vergl. Die Bedeutung der papillösen Laubblattepidermis für die Lichtperzeption. Biol. Zentralblatt, Bd. XXVII, Nr. 10, 1907) seine Auffassung dahin, daß bei der Perzeption der Lichtrichtung das wesentliche bloß die Unterschiedsempfindlichkeit der Plasmahäute sei und daß es nur darauf ankomme, ob die Verteilung der Lichtintensität auf der Innenwand eine »zentrische« oder eine »exzentrische« ist. Eine zentrische Intensitätsverteilung entspricht der heliotropischen Gleichgewichtslage, eine exzentrische dagegen wird als Reiz empfunden. Was die verschiedene Reizstimmung anbetrifft, so ist sie »keine den verschiedenen Teilen der Plasmahäute angeborene und unveränderliche Eigenschaft, sondern nur eine erworbene Adaptationserscheinung«, die sich je nach dem Bedürfnisse verändern und wieder aufs neue einstellen kann.

Außer den schon zitierten, die Theorie der Lichtsinnesorgane betreffenden Schriften will ich noch folgende erwähnen:

G. Haberlandt, Ein experimenteller Beweis für die Bedeutung der papillösen Laubblattepidermis als Lichtsinnesorgan. Ber. d. D. bot. Ges. (1906), 24.

H. R. v. Guttenberg, Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter von *Adoxa moschatellina* und *Cynocrambe prostrata* Gärtn. Ber. d. D. bot. Ges. 1905, Bd. XXIII, Heft 7., ferner die Rezensionen Fitting's in Bot. Zeitg. 1905, p. 200, und Bot. Zeitg. 1906, 64. Jahrg., Nr. 23. Die vor kurzem in diesen Berichten erschienene Arbeit von A. Sperlich, Die optischen Verhältnisse in der oberseitigen Blattepidermis tropischer Gelenkspflanzen, konnte keine Berücksichtigung mehr finden.

der Lichtintensität auf den Innenwänden bloß vom Einfallswinkel der Lichtstrahlen abhängt, eine Untertauchung der Blätter unter Wasser daran nichts zu ändern vermag. Solche Blattspreiten müssen also nach der Haberlandt'schen Hypothese auch unter Wasser die Lichtrichtung perzipieren wie an der Luft. Wir haben gesehen, daß in der Tat die Blattspreiten von *Philodendron subovatum* und *Monstera deliciosa* im submersen Zustande ihre Lichtperzeptionsfähigkeit bewahren.

Wird aber die »papillöse Epidermis« unter Wasser gesetzt, so können die Zellen, insoferne der Zellsaft annähernd denselben Brechungsexponenten wie das umgebende Wasser besitzt, nicht mehr als lichtkonzentrierende Apparate fungieren: die ebenen Innenwände müssen gleichmäßig beleuchtet sein. In diesem Falle sind nach Haberlandt die betreffenden Blattspreiten nicht mehr im stande, die Lichtrichtung wahrzunehmen und die heliotropische Reaktion muß ausbleiben. So hat Haberlandt, wie an einer früheren Stelle erwähnt wurde, das Verhalten der benetzten Spreiten bei seinen Versuchen erklärt.

Um die tatsächliche Wirkung der Benetzung auf die papillösen Epidermen zu studieren, schloß ich Epidermisfragmente, bei denen durch den Linsenversuch eine Linsenfunktion der Zellen konstatiert wurde, zwischen zwei Deckgläschen, die, um die Vorwölbung der Außenwände nicht zu schädigen, durch Streifchen dünnen Papieres voneinander getrennt waren, und erfüllte den Zwischenraum mit Wasser. Die auf solche Weise mit einer dünnen gleichmäßigen Wasserschichte bedeckten Zellen wirkten jetzt nicht mehr als Lichtkondensoren: bei genauer Einstellung des Mikroskopes auf die Innenwände erschienen diese in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig beleuchtet. Diese Erscheinung habe ich bei *Ludwigia*, *Lysimachia*, *Ficus barbata*, *Ficus stipulata* und *Glechoma* beobachtet. Da die Oberseite der Blattspreiten aller dieser Pflanzen vollständig benetzbar war, so ist es nicht zu zweifeln, daß bei der Untertauchung derselben auf den Innenwänden der Epidermiszellen dieselbe gleichmäßige Beleuchtung herrschen mußte, die beim physikalischen Experiment festgestellt wurde.

Nichtsdestoweniger haben wir gesehen, daß alle diese Blätter auch unter Wasser eine Änderung des Lichteinfalles wahrnehmen und in eine neue fixe Lichtlage einrücken können. Es ist folglich der Schluß berechtigt, daß bei den erwähnten Pflanzen die Perzeption der Lichtrichtung seitens der Blattspreiten von der Linsenfunktion der papillösen Epidermiszellen unabhängig ist.[1]

Die Resultate aus dem zweiten Teile dieser Arbeit lassen sich also, wie folgt, zusammenfassen:

Vermöge einer passenden Vorwölbung der Außenwand in Verbindung mit den optischen Eigenschaften des Zellsaftes erfolgt auf den Innenwänden, beziehungsweise auf den anliegenden Plasmahäuten der Zellen der oberen Blattepidermis von *Ludwigia Mullertii, Lysimachia nummularia, Ficus barbata, Ficus stipulata* und *Glechoma hederacea* eine bestimmte Verteilung der Lichtintensität, welche darin besteht, daß die Randpartien der erwähnten Innenwände sehr schwach, die Mittelfelder dagegen sehr hell beleuchtet werden.

Diese Lichtdifferenzen werden aber durch die Benetzung der Epidermis gänzlich aufgehoben. Da jedoch die Blattspreiten der genannten Pflanzen auch unter Wasser im stande sind, die Lichtrichtung zu perzipieren, so muß man anerkennen, daß die beschriebene Lichtverteilung für das Zustandekommen der Lichtperzeption und der darauffolgenden Orientierungsbewegungen der Spreiten in den untersuchten Fällen keine Bedeutung hat.

Wichtigste Ergebnisse.

1. Eine während der Induktion wirkende Submersion verursacht bei etiolierten Keimlingen von *Vicia sativa, Phalaris canariensis* und *Panicum miliaceum* keine Verspätung der

---

[1] Ob in diesen Fällen für das Zustandekommen der Lichtperzeption diejenigen geringen Helligkeitsunterschiede, die sich trotz der Submersion an den etwaigen Unebenheiten der Innenwände oder an der Vorwölbung der Außenwände einstellen, wie Haberlandt meint, in Betracht kommen können, das entzieht sich vorläufig wohl einer sicheren Beurteilung.

heliotropischen Nachwirkung, beziehungsweise Reaktion, woraus gefolgert werden kann, daß die Sensibilität der Keimlinge nicht beeinträchtigt wird.

2. Die Submersion verursacht eine Verlangsamung der heliotropischen Reaktion der Keimlinge von *Vicia sativa*, indem sie das Zustandekommen von Turgordifferenzen auf den antagonistischen Seiten in den Geweben erschwert.

3. Submerse Blattspreiten von *Ludwigia Mullertii*, *Lysimachia nummularia*, *Ficus barbata*, *Ficus stipulata* und *Glechoma hederacea* perzipieren unter Wasser die Lichtrichtung, obwohl die Submersion die Linsenfunktion der oberseitigen Epidermiszellen gänzlich ausschaltet.

Zum Schlusse erfülle ich eine angenehme Pflicht, indem ich meinem hochgeschätzten Lehrer, Herrn Hofrat Prof. Dr. J. Wiesner, sowie dem Herrn Privatdozenten Dr. K. Linsbauer für das meinen Untersuchungen stets entgegengebrachte Interesse und für die wertvollen Anregungen, die sie mir während der Arbeit zu teil werden ließen, meinen ergebensten Dank ausspreche.

Harmotom und Titanit

(siebente Mitteilung über die Darstellung der Kieselsäuren)

von

Josef Bruckmoser.

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Dezember 1907.)

Durch die von Tschermak begründete Methode ist es gelungen, aus einer beträchtlichen Reihe von Silikaten die diesen Salzen zu Grunde liegenden Kieselsäuren auf analytischem Wege darzustellen. Die gewonnenen Resultate sollen hier durch zwei weitere vermehrt werden. Bezüglich des Zeolithes erscheinen die Wege durch die Arbeit von Frau S. Hillebrand über die Zusammensetzung des Heulandits[1] gebahnt, während nach weiteren Ausführungen der Titanit mit der von Dr. A. Himmelbauer bearbeiteten Datolithsäure[2] gewisse Beziehungen aufweist. Die verwendete Methode ist von Herrn Hofrat G. v. Tschermak eingehend behandelt;[3] sie soll hier nur skizziert wiedergegeben werden. Die Methode gründet sich auf folgende wesentliche Voraussetzungen: 1. Bei der Zersetzung eines Silikates mittels Salzsäure bildet sich die Kieselsäure, als deren Salz jenes Silikat zu betrachten ist; 2. es tritt während der Reinigung der erhaltenen Kieselsäure durch Entfernung der Chloride keine Änderung der Kieselsäure ein; 3. das mechanisch gebundene Wasser entweicht

[1] Diese Sitzungsber., Bd. CXV, Abt. I, p. 712 (1905).

[2] Diese Sitzungsber., Bd. CXV, Abt. I, p. 1177 (1906).

[3] Zeitschr. für physikal. Chemie, Bd. LIII, p. 349 (1905), und diese Sitzungsber., Bd. CXIV, Abt. I, p. 217 (1906).

bei gleichbleibender Temperatur und konstantem Druck annähernd nach einer geraden Linie, indem täglich eine größere Menge Wasser verdunstet, während die Wasserabspaltung der (unbeständigen) Säuren in der gleichen Zeit bedeutend geringer ist. Trägt man die periodisch gewonnenen Gewichte als Ordinaten, die Zeiten als Abszissen auf, dann gewahrt man einen Knickpunkt, der den Beginn der zweiten Phase angibt.

Wie die Erfahrung lehrte, treffen die unter 1 bis 3 angegebenen Voraussetzungen bei allen bisherigen Bestimmungen ein.

Harmotom.

Der verwendete Harmotom stammte teils aus Andreasberg, teils aus Strontian. Der Andreasberger zeigte die charakteristische Kreuzgestalt. Die Kristalle waren 5 bis 6 *mm* lang auf gemeinsamer Unterlage aufgewachsen. Bei der Auswahl des Materials mußte besondere Sorgfalt angewendet werden, weil die Individuen nicht selten einen Kern von Bleiglanz bargen. Die Strontianer Harmotome erreichten Haselnußgröße; die kleinen ahmten rhombische Symmetrie nach, waren nach der Querachse gestreckt[1] und mit der einen Seite derselben aufgewachsen. Häufig waren die vier in eine Ebene fallenden (010) Flächen des Vierlings außergewöhnlich klein entwickelt, so daß die Flächen (110) in eine Spitze auszugehen schienen.

Die Andreasberger und Strontianer Harmotome sind wie gewöhnlich nicht glashell, sondern weißlich, ohne irgendwie angegriffen zu sein.

Bei einem Färbeversuche mit Methylenblau nimmt das Harmotompulver kaum eine Spur von Färbung an.

Die Dichtebestimmung wurde bei 20° C. vorgenommen und es wurden je zwei Versuche gemacht:

Andreasberg....	I.	2·4448	II.	2·4488
Strontian.....	I.	2·4344	II.	2·4385

Der Andreasberger erscheint etwas schwerer; vielleicht wurden Spuren von Bleiglanz, der öfter den Kern der Harmotomkristalle bildete, nicht wahrgenommen.

---

[1] Siehe Des Cloizeaux, Min. 1874, 2, XL.

Analyse.[1]

	Andreasberg	Strontian
SiO_2	45·78	46·97
Al_2O_3 [2]		16·74
BaO	20·17	20·39
H_2O	14·87	14·98
		99·08

Theoretische Zusammensetzung für $BaAl_2Si_5O_{14}.5H_2O$.

SiO_2	46·64
Al_2O_3	15·78
BaO	23·67
H_2O	13·91
	100·00

In den Zeolithen spielt das Wasser eine große Rolle. Es wird durch relative Verminderung der äußeren Dampfspannung ausgetrieben, kehrt aber bei Erhöhung derselben wieder mehr oder weniger vollständig zurück. Dieses Benehmen rechtfertigt einen besonderen Namen. Friedel hat die Bezeichnung Zeolithwasser gebraucht. Über die Natur desselben herrschen auseinandergehende Meinungen. Während Tammann das Zeolithwasser als einen Bestandteil einer festen Lösung betrachtet, Friedel das Wasser durch außerordentlich feine Kapillaren gebunden hält, haben Tschermak und Doelter[3] der Ansicht Ausdruck verliehen, daß einem beträchtlichen Teile des Zeolithwassers chemische Bedeutung zukommt.

Um in die Natur des Zeolithwassers einzudringen, wurden drei Wege eingeschlagen: 1. Es wurde die Dampfspannung verringert, indem man das Pulver über Chlorcalcium und darauf über Schwefelsäure in einen luftdicht verschlossenen Raum (Exsikkator) brachte; 2. es wurde die Spannung des im Mineral enthaltenen H_2O durch Steigerung der Temperatur

[1] Es wurden keine vollständigen Analysen angestrebt; sie sollten nur für das verwendete Material charakterisierend sein.

[2] Die Bestimmung von Al_2O_3 ist mißlungen.

[3] C. Doelter, Allgemeine chemische Mineralogie, Leipzig, 1890, p. 262.

relativ erhöht; 3. wurde versucht, den äußeren Dampfdruck zu vergrößern, indem man in einem luftdicht verschlossenen Gefäße verdunstendes Wasser auf das Zeolithpulver einwirken ließ.

In den ersten zwei Fällen sollte sich eine Gewichtserniedrigung, im dritten Fall eine relativ bedeutsame Erhöhung zeigen.

Für die folgenden Versuche wurde Strontianer Harmotom verwendet und es wurden zwei parallele Versuchsreihen gemacht (I und II).

Über Chlorcalcium trat in einigen Tagen nach einem Gewichtsverluste von 0·75% (I) und 0·46% (II) Gewichtskonstanz ein. Darauf wurde das Verfahren über käuflicher Schwefelsäure fortgesetzt.

Probe I verlor

in den ersten	144	Stunden	1·18%
» » weiteren	48	»	0·07
» » »	312	»	0·08

Nach weiteren 642 Stunden zeigte sich wieder
eine Zunahme von ..... 0·03%

so daß in 1152 Stunden über H_2SO_4		1·30%
dazu » $CaCl_2$		0·75
im ganzen also		2·05%

Wasser verloren ging.

Probe II verlor

in den ersten	24	Stunden	0·81%
» » folgenden	24	»	0·30
» » »	24	»	0·24
» » »	24	»	0·18
» » »	24	»	0·14

In den weiteren 24 Stunden-Perioden schwankte die Abnahme zwischen 0·07% und 0·03%. Bei einem Verlust von 0·01% wurden die Wägungen abgebrochen.

In 264 Stunden gingen über	Schwefelsäure	1·97%
dazu	» Chlorcalcium	0·46
	im ganzen also	2·43%

Wasser verloren.

Es verfolgten bereits einige Autoren die Gewichtsverluste, welche eine Temperaturerhöhung nach sich zieht; sie untersuchten meist in Intervallen von ungefähr 50°. Untersuchungen dieser Art liegen vor von Damour, Hersch und Rammelsberg. Die bisherigen Resultate weisen jedoch starke Verschiedenheiten auf. Daher erscheint ein neuer Versuch am Platze. Dabei sollte das Ziel ins Auge gefaßt werden, die Temperaturintervalle möglichst klein zu wählen, um ein vollständigeres Bild der Vorgänge zu gewinnen.

Es wurde bei niederen Temperaturen von 10 zu 10°, bei höheren von 20 zu 20° gewogen. Meine Beobachtungen konnten jedoch nur bis 230° ausgeführt werden. Eine graphische Darstellung dürfte die bisher gewonnenen Resultate besser wiedergeben als die Zusammenstellung von Tabellen.

Vom Autor wurden zwei Versuchsreihen gemacht und in Fig. 1 mit Ring und Punkt ⊙• angedeutet. Die mit einem stehenden Kreuz + markierten Beobachtungen rühren von Rammelsberg, mit einem liegenden × von Damour, mit einem Sternchen * von Hersch her. An der Abszisse sind die Temperaturen, an der Ordinate sind die Gewichtsverluste, bezogen auf die lufttrockene Substanz, in Prozenten aufgetragen. Die Abszisse für die Temperatur der Rotglut wurde aus Zweckmäßigkeit kürzer gewählt als es dem wirklichen Verhältnis entspricht.

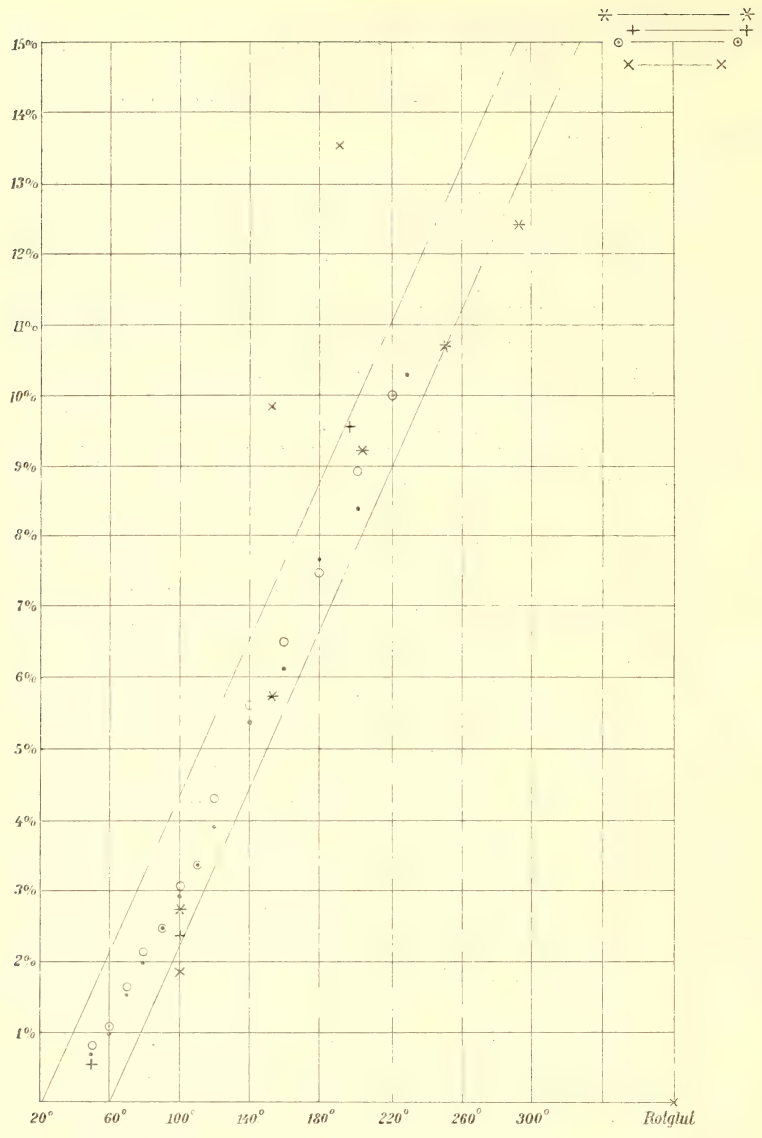
Wie aus der Figur zu ersehen, fallen die Daten Damour's[1] ganz aus der Reihe, während jene von Rammelsberg[2] und Hersch[3] innerhalb gewisser Schranken eine gute Übereinstimmung zeigen. Am meisten nähern sich die Beobachtungen von Hersch denen des Autors.

---

[1] Compt. rend., 1857, *44*, p. 976; Ann. mines, 1858, *53*, p. 443.

[2] Zeitschr. für Krist., III. Bd., p. 65.

[3] Inaug. Diss. Zürich, 1887, p. 19.



+ Rammelsberg.
× Damour.
✳ Hersch.
○ Autor.

Von dem bis 230° ausgetriebenen Wasser kehrte alles wieder bis zum Ausgangsgewichte zurück, sobald man die Laboratoriumsatmosphäre einige Tage einwirken ließ.

Wenn auch Damour die Temperaturen nicht richtig angegeben haben dürfte, bemerkenswert bleibt doch, daß ihm bei einem Gesamtgehalte von 14·70% Wasser nach dem Austreiben 13·50% wiederkehrten. Weiters läßt sich aus den angeführten Beobachtungen schließen, daß die Entwässerungskurve gegen Ende von der Geraden abbiegt und sich der Parallelen zur Abszissenachse nähert, d. h. der Wasserverlust geht nicht mehr linear mit der Temperaturerhöhung, sondern verlangsamt sich relativ rasch, da bei linearem Ansteigen schon um 300° sämtliches Wasser ausgetrieben sein müßte, während Hersch bei ungefähr dieser Temperatur noch um 2·87% davon entfernt ist. Aus diesen Tatsachen kann man schließen, daß entweder das gesamte Wasser des Harmotoms von derselben Natur ist oder daß die verschiedenen Arten von Wasser ganz allmählich ineinander übergehen. Zwischen die schon bei anderen Mineralen bekannten Arten eines Adsorptionswassers, eines Kristallwassers und eines Konstitutionswassers mit festerer Bindung schiebt sich ein Konstitutionswasser mit lockerer Bindung ein, d. h. solche Hydroxylgruppen, welche leicht geneigt sind, Wasser abzuspalten und dieses Wasser verwischt nach der von Frau S. Hillebrand ausgesprochenen Ansicht[1] die Grenze zwischen den übrigen Wasserarten. Macht man sich ein solches Bild des ursprünglichen Werdens, dann sind auch die molekularen Kapillaren Friedel's der Vorstellung nähergerückt. Das Gerüste wird durch den Austritt des Wassers nicht zerstört, wohl aber die gegenseitige Bindung beeinflußt.

Um ein Urteil zu gewinnen, ob sich ein für Harmotom, beziehungsweise überhaupt für Zeolithe charakteristisches Verhalten herausstellt, sobald man den äußeren Dampfdruck zu erhöhen trachtet, wurde nebst Harmotom- auch Desmin- und Quarzpulver untersucht. Den zu vergleichenden Zahlen kann keine quantitative Bedeutung zukommen, weil 1. die Korngröße

[1] A. a. O.

der Proben verschieden war und 2. die Dampfspannung im verwendeten Gefäße nicht gemessen wurde.

Die Gewichtszunahme des Harmotoms betrug, und zwar bei Zimmertemperatur

in den ersten 12 Stunden ..... 0·33%
in den weiteren 12 Stunden-Perioden höchstens ..... 0·03
in 19 Tagen (im ganzen) ..... 0·64

in weiteren 15 Tagen trat eine Abnahme von 0·02% ein.

Desmin nahm in den

ersten 12 Stunden um ..... 0·44%
in den nächsten 12 » » ..... 0·13
» » weiteren 12 » -Perioden um 0·06 bis 0·02% zu.

Nach etwa 7 Tagen war ein Schwanken um den Nullpunkt der Gewichtszunahme bemerkbar; hier wurden die periodischen Wägungen abgebrochen. Die Gesamtzunahme bis zu diesem Punkte betrug 0·82%; in weiteren 20 Tagen trat noch eine Zunahme von 0·11% ein, d. i. im ganzen 0·93%.

Quarzpulver nahm in den

ersten 12 Stunden um ..... 0·37%
in den folgenden 12 Stunden-Perioden um 0·09 bis 0·01% zu.

Nach 7 Tagen zeigte das Quarzpulver eine Gesamtzunahme von 0·83%, dazu in weiteren 20 Tagen 0·26%, im ganzen 1·09%. Wenn auch ein quantitativer Vergleich nicht am Platze ist, dennoch erscheint es auffällig, daß am Quarzpulver die Zunahme am größten ist.

Die Gewichtszunahme bei den angeführten Versuchen ist also keineswegs ein Charakteristikon der Zeolithe, sondern kommt, wie Ähnliches allgemein bekannt, allen pulverigen Substanzen zu.

Wir haben Adsorptionswasser vor uns. Die Grenze zwischen diesem und den übrigen Arten des Zeolithwassers zu finden, ist mir nicht gelungen; gleichwohl muß eine solche

bestehen, weil die bekannten optischen Veränderungen nur durch den Umsatz eines Wassers, welches dem Molekulargefüge angehört, verursacht werden können.

Nunmehr soll zur Darstellung der dem Harmotom zu Grunde liegenden Säure geschritten werden.

Nach der Zersetzung mit Salzsäure zeigten die größeren Körner unter dem Mikroskop deutlich die ursprüngliche Form; sie bildeten Pseudomorphosen von Kieselsäure nach Harmotomsplittern.

Nachdem die Kieselsäure durch Waschen vollständig chlorfrei erhalten wurde, kam sie mit einem Überschusse von Wasser in einen Raum mit ziemlich gleichmäßiger Temperatur und Feuchtigkeit.

Beim Trocknen ergab die Säure bei täglich einmaliger Wägung die Zahlen:

2729	2107	1541	1130	1127	1126
622	566	411	3	1	

Hier ist $g_2 = 1130$; $a = 411$; $b = 3$; $c = 1$.

Nach der von Tschermak aufgestellten Formel für gleiche Wägezeiten

$$G_w = g_2 - a\,\frac{b-c}{a-c}$$

ist

$$G_w = 1130 - 2 = 1128.$$

Da der Glühverlust beim Gewichte 1126 den Betrag von 222·8 ergab, so wurde der Wassergehalt der Säure beim Knickpunkt erhalten:

$$W = \frac{222{\cdot}8 + 1128 - 1126}{1128} = 19{\cdot}93\,\%.$$

Zwei fernere Beobachtungen ergaben 20·19 % und 20·30 %.

Diese Prozente entsprechen einem Verhältnisse von $Si_5O_{14}H_8$, welches 19·61 % Wasser fordert.

Methylenblau erteilt der getrockneten Säure eine hellblaue Färbung. Die feuchte Säure wurde mit Natronlauge

behandelt, derart, daß erstere im Überschusse vorhanden war. Dabei ergab nach dreitägiger Einwirkung der Lauge eine angestellte Analyse 1146 *mg* SiO_2 gegen 743 *mg* NaCl, was einem Verhältnisse von $Si_{189} : Na_{127}$ oder angenähert Si_3Na_2 entspricht.

Vergleicht man die aus dem Harmotom erhaltene Säure $Si_5O_{14}H_8$ mit der empirischen Formel

$$Si_5O_{14}Al_2Ba.H_{10}O_5,$$

dann könnte man diese für möglich halten; dabei würde Al_2 und Ba 8 Atomen Wasserstoff äquivalent und Al_2Ba ohne gegenseitige Bindung erscheinen.

Da hiebei das eigenartige Verhalten des Zeolithwassers keine Deutung fände, kann man, dem Beispiel der Frau S. Hillebrand folgend, die zweiwertige Gruppe

HOAlOROAlOH [1]

annehmen, dann würde der Harmotom

$$Si_5O_{14}H_2O_2Al_2O_2BaH_6 + H_2O$$

zu schreiben sein. Hier wäre eine Molekel H_2O als Kristallwasser zu betrachten; drei Molekel sind an Silicium und ein Molekel ist an Aluminium, und zwar in Hydroxylform geknüpft. Die an Silicium gebundenen Hydroxylgruppen neigen nach Analogie der unbeständigen Säuren leicht zur Abspaltung und verwischen, wie bereits erwähnt, das sonst charakteristische Verhalten des Kristallwassers.

Das Wasser nimmt beim Aufbau des Kristallgerüstes eine untergeordnete Stelle ein, weshalb dieses beim Wasseraustritt noch erhalten bleibt und für den Wiedereintritt von Wasser, beziehungsweise von anderen Stoffen molekulare Zwischenräume frei läßt. Dadurch findet die immerhin verhältnismäßig große Übereinstimmung im Wassergehalte des Harmotoms eine angemessene Erklärung.

---

[1] A. a. O.

Titanit.

Das Untersuchungsmaterial, bestehend aus Bruchstücken größerer Kristalle, stammte aus Pfunders (Tirol). Die tafelig ausgebildeten Zwillinge waren hie und da mit Chloritblättchen bestreut und zeigten eine grüngelbe, mit braunen Flammen durchzogene Farbe. Mit Flußsäure geätzt, erscheinen auf (001) Grübchen mit der Form eines Querschnittes durch eine bikonvexe Linse, welche nach einer Seite stärker gewölbt ist; die Ätzgrübchen sind monosymmetrisch. Mit Salzsäure behandelt, erscheinen auf (001) kleine Ätzhügelchen.

Das Pulver hat einen Stich ins Gelbe, es reagiert schwach alkalisch, nimmt durch Methylenblau eine deutliche Farbe an und wird beim Glühen braun, worauf es sich mit Methylenblau nicht mehr färben läßt.

Die Dichtebestimmung ergab bei 20° C. 3·5201.

Die unter I angeführte Analyse stammt vom Autor und wurde mit der unter II gegebenen Analyse von Busz verglichen.

	I.[1]	II.[2]
SiO_2	31·29	30·87
TiO_2	42·22	42·43
CaO	27·45	27·51
	100·96	100·81

Zur Darstellung der entsprechenden Säuren wurden vollkommen reine Splitter, die aus den Kristallen erhalten wurden, verwendet.

Um die Zersetzung zu beschleunigen, versuchte ich anfänglich das Titanitpulver zu schlämmen; doch zeigte das Schlämmwasser, mit Ammoniak versetzt, einen flockigen Niederschlag, der sich, wenn frisch gefällt, in Chlorammon leicht löst. Daraus ergibt sich, daß der Titanit der Zersetzung durch Wasser nicht widersteht.

---

[1] Es wurde hier keine vollständige Analyse angestrebt, sondern nur das Material charakterisiert.

[2] N. Jahrb. f. Min., Beilagebd. V, p. 334 (Eisbruckalpe).

Bei der Zersetzung mit Salzsäure erhält die Lösung eine gelbe Farbe; diese ist besonders tief, wenn man erhöhte Temperatur anwendet; auch die Konzentration der zersetzenden Säure ist von Bedeutung. Drei Proben, die sich nur durch die Konzentration der Salzsäure unterschieden, zeigten auffallend verschiedene Farbentöne.

Zur Darstellung der dem Titanit zu Grunde liegenden Säure wurden zwei Versuche gemacht.

I. Gegen 2 *g* Titanitpulver wurden mit verdünnter Salzsäure bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zersetzt, täglich mit dem Glasstabe mindestens einmal umgerührt, etwa einen Monat hindurch. Nachdem die Masse zersetzt erschien (der Glasstab hatte beim Umrühren vollständig zu knirschen aufgehört und die Körnchen zeigten unter dem Polarisationsmikroskop keine Interferenzfarben mehr), wurde die klare, aber gelbliche Lösung abgegossen. Die zurückbleibende Säure wurde wie gewöhnlich mit Wasser ausgewaschen. Hierauf schritt ich daran, durch täglich zweimalige Wägung die Kurve der Gewichtsabnahme festzustellen.

M	*A*	*M*	*A*	*M*	*A*	*M*	*A*	*M*
4654	4012	3181	2617	1918	1322	879	869	868
	642	831	564	699	596	443	10	1

Hier ist

$$g_2 = 1322;\ a = 596;\ b = 443;\ c = 10;\ \gamma = 1{\cdot}5.$$

Die Wägungen wurden in Perioden von 14·5 und 24—14·5 Stunden ausgeführt; der Knickpunkt fiel in die Nachtzeit.

Nach der von Tschermak angegebenen Formel

$$G_w = g_2 - a\frac{b-\gamma c}{a-c}$$

ist das Gewicht am Knickpunkte

$$G_w = 887.$$

Der Glühverlust bei 868 *mg* betrug 87, daher der Wassergehalt am Knickpunkte

$$W = \frac{87+887-868}{887} = 11{\cdot}95\,\%.$$

Die geglühte Substanz wurde mit saurem schwefelsaurem Kali behandelt, wobei 59·55% SiO_2 gewonnen wurden. Demnach enthält der geglühte Rückstand:

$$\underset{59{\cdot}55\,\%}{SiO_2} \text{ gegen } \underset{40{\cdot}45\,\%}{TiO_2}.$$

Da nun in dem ursprünglichen Titanit nach meiner Analyse SiO_2 und TiO_2 in dem Verhältnisse

$$59{\cdot}55 \text{ gegen } 80{\cdot}35$$

gefunden wurden, so ergibt sich, daß von den ursprünglich 80 Teilen TiO_2 nur mehr die Hälfte vorhanden ist. Die andere Hälfte ging bei der Zersetzung mit Salzsäure in Lösung und wurde abgegossen. Während also im ursprünglichen Mineral das Verhältnis $Si_2 : Ti_2$ herrscht, bietet der Rückstand das Verhältnis $Si_2 : Ti$.

Der gefundene Wassergehalt führt nun darauf, daß die entsprechenden Säuren die Zusammensetzung $Si_2O_5H_2$ und $Ti_2O_5H_2$ haben, wonach die Zusammensetzung des erhaltenen Säuregemisches durch

$$Si_2O_5H_2 + {}^1/_2(Ti_2O_5H_2)$$

ausgedrückt wird. In der Tat führt die Rechnung nach dieser Formel auf 11·86% Wasser, während der Wassergehalt zu 11·95% bestimmt wurde.

II. Eine weitere Probe wurde bei erhöhter Temperatur zersetzt. Dazu wurden etwa 2·5 *g* verwendet und etwa drei Wochen in einem elektrischen Ofen bei 60° C. der Einwirkung von verdünnter Salzsäure überlassen. So oft sich aber eine tiefe gelbe Farbe zeigte, wurde die klare Flüssigkeit abgegossen, filtriert und eingeengt. Nachdem sich schließlich die zersetzende Salzsäure nicht mehr gelb färbte, das Pulver unter

dem Mikroskop keine unzersetzten Splitter mehr zeigte, wurde der Titanit als zersetzt erachtet und wie gewöhnlich mit Wasser gewaschen.

Die Wägungen wurden diesmal, sobald die Gewichtskurve sich dem Knickpunkte näherte, in gleichen Perioden von drei Stunden vorgenommen und ergaben folgendes Resultat:

1279	1118	991	858	752	697	689
	161	127	133	106	55	8

Die Konstruktion führt auf den Knickpunkt im Intervall 752 | 697.

$$g_2 = 752;\ a = 106;\ b = 55;\ c = 8$$

$$G_w = g_2 - a\,\frac{b-c}{a-c}$$

$$G_w = 752 - 50 \cdot 8 = 701 \cdot 2.$$

Der Glühverlust bei 689 betrug $83 \cdot 2$, somit der Wassergehalt beim Knickpunkte

$$W = \frac{83 \cdot 18 + 701 \cdot 2 - 689}{701 \cdot 2} = 13 \cdot 60\,\%.$$

Der geglühte Rest wurde auch hier auf SiO_2 untersucht. Nunmehr zeigte sich aber, daß fast das sämtliche Titan in Lösung gegangen war, denn es ergaben sich

$$\underset{98 \cdot 00\,\%}{SiO_2} \quad \text{und} \quad \underset{2 \cdot 00\,\%}{TiO_2}.$$

Die Aufschließung erfolgte auch diesmal durch saures schwefelsaures Kali.

Der Wassergehalt der Säure $Si_2O_5H_2$ berechnet sich zu $12 \cdot 98\,\%$, gefunden wurden $13 \cdot 60\,\%$.

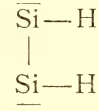
Der erste Versuch, in welchem Titanit bei gewöhnlicher Temperatur zersetzt wurde, lieferte ein Säuregemisch mit viel Titan, der zweite Versuch, der eine Zersetzung bei erhöhter Temperatur betraf, ergab hingegen eine fast reine Kieselsäure.

Die Wasserbestimmungen führen darauf, daß bei der Zersetzung die Säuren

$$Si_2O_5H_2 \quad \text{und} \quad Ti_2O_5H_2$$

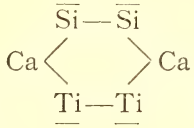
entstehen; letztere ist in salzsäurehaltigem Wasser ziemlich leicht löslich und dadurch erklärt sich die wechselnde Zusammensetzung des erhaltenen Säuregemisches.

Daraus geht hervor, daß dem Titanit die genannten Säuren zu Grunde liegen, von welchen erstere an die Datolithsäure Dr. Himmelbauer's



erinnert; letztere ist ähnlich gebaut, aber physikalisch verschieden.

Es ist für die Konstitution des Titanits die Form



anzunehmen, ein Bild, welches zugleich die Monosymmetrie des Titanits zum Ausdrucke bringt.

Es ist mir Herzenspflicht, Herrn Hofrat G. v. Tschermak an dieser Stelle den wärmsten Dank für das Wohlwollen auszudrücken, mit welchem er mir obige Arbeit anvertraute und deren Ausführung durch Überlassung von Material und Requisiten ermöglichte. Auch Herrn Direktor Berwerth sei höflichst Dank gesagt für freundliche Überlassung von Andreasberger Harmotom. Ebenso fühle ich mich Herrn Prof. F. Exner und Herrn Dr. Haschek zu Dank verpflichtet, von welchen mir in zuvorkommendster Weise ein Quecksilber-Thermoregulator zur Verfügung gestellt wurde.

Über den Geotropismus der Aroideen-Luftwurzeln

von

Karl Gaulhofer,

Assistent am botanischen Institute der Universität Graz.

Aus dem botanischen Institute der Universität Graz.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. Dezember 1907.)

Vor einiger Zeit hat K. Linsbauer in der »Flora« eine Arbeit »Über Wachstum und Geotropismus der Aroideenluftwurzeln« veröffentlicht, in der er bezüglich des Geotropismus zu folgenden Resultaten kommt (l. c. p. 297):

1. (7.) Die typischen Nährwurzeln der Aroideen sind zum großen Teil positiv geotropisch, doch ist ihr Geotropismus nur in geringem Maße ausgeprägt, d. h. sie erreichen aus horizontaler Lage tagelang nicht die Vertikale. Manche Nährwurzeln sind auch unter günstigen äußeren Faktoren gänzlich oder doch periodisch ageotrop.

2. (8.) Typische Haftwurzeln sind stets ageotrop; dasselbe Verhalten zeigen Luftwurzeln von Anthurien und anderen Aroideen, deren Charakter als Nähr-, beziehungsweise als Haftwurzeln nicht sicher festzustellen war.

3. (9.) Nähr- und Haftwurzeln der Aroideen führen, solange sie wachsen, stets, und zwar unabhängig von ihren geotropischen Eigenschaften »Statolithenstärke« in der wohlausgebildeten Columella der Wurzelhaube.

Was mich zu den nachstehend mitgeteilten Untersuchungen veranlaßte, ist der 3. Satz. Linsbauer will damit andeuten,

daß die Statolithenstärke, wenigstens bei den Aroideenwurzeln, mit dem Geotropismus nichts zu tun habe, gibt aber zu, daß die Ergebnisse seiner Untersuchungen der Statolithentheorie nicht direkt widersprechen. Es wurde ja schon mehrmals betont, daß sich der Verlust geotropischer Eigenschaften sehr wahrscheinlich zu allererst im Erlöschen der Sensibilität der Plasmahäute kundgibt; mindestens ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering, daß das Verschwinden der Sensibilität der Plasmahäute genau parallel läuft mit der Rückbildung des zweiten Teiles des ganzen Sinnesorganes, nämlich der Statolithenstärke.

Beim Studium der Linsbauer'schen Arbeit drängte sich mir die Überzeugung auf, daß der Verfasser die anatomischen Verhältnisse zu ungenau untersucht hat, um zu einem so allgemeinen Urteil berechtigt zu sein. Da es sich ihm in erster Linie darum handelte, Beweise gegen die Bedeutung der Statolithenstärke zu erbringen, so hätte er die Wurzeln in dieser Hinsicht besonders genau studieren sollen.

Er beschränkte sich aber auf die mikroskopische Untersuchung weniger Wurzeln jeder Art und erledigte ihre Beschreibung auf nicht ganz $1^1/_2$ Seiten seiner 32 Druckseiten umfassenden Arbeit. Möglicherweise konnten ihm so Tatsachen entgangen sein, die zu Gunsten der Statolithentheorie sprechen, die aber nur durch Beobachtung zahlreicher Wurzeln ein und derselben Art festzustellen sind. Ich komme später auf die Arbeit Linsbauer's noch eingehend zurück.

Vor der Darlegung meiner Untersuchungsergebnisse will ich nur noch einige Bemerkungen über das von mir verwendete Material und die Arbeitsmethode machen.

Weitaus die Mehrzahl der mir zu Gebote stehenden, in den Gewächshäusern des botanischen Gartens zu Graz kultivierten Aroideen waren Topfpflanzen, die zum größten Teile Schimper's Gruppe I (l. c. p. 35), zum Teile der Gruppe II (l. c. p. 51) angehörten. Doch zeigten auch die letzteren, wahrscheinlich wegen ihrer Jugend noch keinerlei Differenzierung in Nähr- und Haftwurzeln. Sehr schön war dieselbe bei *Philodendron pinnatifidum* und *Monstera deliciosa* zu beobachten. Beide Exemplare zeigten in sehr reicher Entwicklung dünne, kurze, oft verzweigte Haftwurzeln und dicke, lange

unverzweigte Nährwurzeln. Der Unterschied war den Angaben Schimper's entsprechend ein vollkommen scharfer.

Bei eingehender Betrachtung fiel mir aber eine dritte Wurzelart auf, die sich von den beiden anderen einigermaßen unterscheidet.

Es sind dies Wurzeln, die wie Haftwurzeln an der Mauer wachsen und sich dort öfters verzweigen; sie sind immer dünner als gleich lange Nährwurzeln, aber selten so dünn wie echte Haftwurzeln. Ihre Wachstumsrichtung am Substrat ist keine bestimmte; bald wachsen sie schräg aufwärts, bald anscheinend geotropisch abwärts, bald klettern sie in ganz unregelmäßigen Krümmungen an der Mauer fort. Typische Nährwurzeln können ja ebenfalls längs eines Substrates wachsen, halten dann aber stets die geotropische Richtung ein.

Ob diese weitere Differenzierung nur eine Erscheinung an unseren Gewächshauspflanzen ist oder ob man sie auch an natürlichen Standorten beobachten kann, bedarf noch der Feststellung. Im letzteren Falle wäre allerdings die Angabe Schimper's, daß Nähr- und Haftwurzeln durch keinerlei Übergänge verbunden sind, richtigzustellen.

Ich habe diese Wurzeln einer speziellen Untersuchung unterzogen, da zu vermuten war, daß sie auch in ihren geotropischen Eigenschaften Übergänge von der Nähr- zur Haftwurzel aufweisen.

Zum Nachweis des Geotropismus wurden die Wurzeln meistens in kleine Blechkästchen eingeführt, die innen mit nassem Filterpapier ausgekleidet waren und vollständigen Lichtabschluß gestatteten. Die eine Seitenwand bestand aus innen geschwärzter Pappe und war mit einem Loch versehen, durch das die Wurzel eingeführt wurde. Der freie Teil des Loches wurde mit Watte oder nassem Filterpapier verschlossen. Eine Seitenwand des Kastens war als Schubwand konstruiert, um die Wurzel leicht beobachten zu können.

In vielen Fällen wurden die Wurzeln in Wasser beobachtet. Zu diesem Zwecke wurden entsprechend große verkorkte Flaschen verwendet. Durch Löcher in den Korken wurden die Wurzeln in das Wasser eingeführt, der Rest des Loches mit Klebwachs verschmiert. Die ganze Vorrichtung wurde dann in

die schon oben beschriebenen Blechkästchen gebracht. Natürlich führte ich die Wurzeln sowohl in die Kästen als auch in die Flaschen so weit ein, daß der wachsende Teil durch keinerlei Berührung zu haptotropischen Krümmungen veranlaßt werden konnte.

Außerdem wurden in Verbindung mit allen Experimenten und vor jeder mikroskopischen Untersuchung Wachstumsmessungen durchgeführt, bei denen zwar keine besondere Genauigkeit angestrebt wurde, die aber doch mit voller Sicherheit gestatteten festzustellen, ob die betreffende Wurzel im Wachstum begriffen war oder ob sie dasselbe eingestellt hatte. Es wurde dann natürlich nur mit normal wachsenden Wurzeln gearbeitet.

Wenn die Umlagerungsfähigkeit und Geschwindigkeit der Stärkekörner in der Columella der Wurzelhaube festgestellt wurde, so geschah dies immer in der Weise, daß die Wurzel zuerst 1 bis 2 Tage in der Vertikalstellung mit abwärts gekehrter Spitze befestigt und dann in inverser Stellung, d. i. mit der Spitze nach aufwärts fixiert wurde. Nur solche Wurzeln wurden berücksichtigt, die während der Dauer dieser Stellungen Längenwachstum zeigten.

Bei der mikroskopischen Untersuchung wurden zwei Wege eingeschlagen. Entweder wurde das Objekt in derselben Stellung, in der es sich während des Experimentes befunden hatte, in Jodalkohol fixiert oder aber es wurden ohne vorherige Fixierung möglichst rasch Schnitte angefertigt und gleich in Jodwasser oder Jod-Jodkaliumlösung fixiert. Vorherige Lageänderungen wurden sorgfältigst vermieden, so daß also in allen Fällen eine vorzeitige Verlagerung der Stärke unmöglich war.

Monstera deliciosa Liebm.

I. Nährwurzeln. Es wurde mit ungefähr 20 Nährwurzeln ganz verschiedenen Alters experimentiert. Zum Teile wurden die Wurzeln ohne Verletzung mit Haken zirka 5 *cm* hinter der Spitze oder durch Auflegen auf Brettchen in die horizontale Lage gebracht, zum anderen Teile wurden sie, wie schon

beschrieben, in Blechkästchen eingeführt; einige wurden in Wasser horizontal gelegt.

Alle Wurzeln, die ganz jungen ausgenommen, krümmten sich deutlich positiv geotropisch. Nach 5 bis 6 Stunden war immer schon eine leichte Krümmung zu bemerken (Fig. 1). Rascher trat die Reaktion im feuchten Raume und im Wasser ein.

Die mikroskopische Untersuchung ergab nun als Bestätigung der Angabe Němec' in allen geotropischen Wurzeln normal ausgebildete Statolithenstärke (Fig. 2). In jenen ganz jungen Wurzeln, die nicht geotropisch reagiert hatten, war die Stärke ausnahmslos um den Kern in der oberen Zellhälfte gelagert, also »unbeweglich« (Fig. 3).

An einigen Wurzeln bestimmte ich die Zeit, die die Stärkekörner brauchen, um von der unteren Zellwand auf die entgegengesetzte zu sinken. Es fand sich, daß eine Viertelstunde in den meisten Fällen zur fast vollständigen Umlagerung genügt.

Um die Mächtigkeit der Statolithenapparate wenigstens einigermaßen vergleichen zu können, zählte ich in vielen Wurzeln die beiläufige Anzahl der Zellen mit Statolithenstärke, der »Statocysten«, auf möglichst medianen Längsschnitten. Eine Reihe von Zahlen sei hier wiedergegeben:

Dicke der Wurzel	Zahl der Statocysten
4 *mm*	170
2 »	150
$1^1/_2$ »	100
1 »	80

Die Dicke der Wurzeln wurde an dem dicksten Teile der noch wachsenden Region gemessen.

II. An der Mauer wachsende Wurzeln, die eine intermediäre Stellung zwischen Nähr- und Haftwurzeln einnehmen. *a)* Eine 30 *cm* lange Wurzel wuchs 10 *cm* lang horizontal zur Mauer hin, dann 20 *cm* weit an derselben schräg aufwärts, also scheinbar ageotrop.

Nach sorgfältigem Loslösen von der Mauer krümmte sie sich sofort infolge der Ausgleichung von Gewebespannungen nach unten. Im Blechkasten wieder horizontal gelegt, wies sie

schon innerhalb zweier Tage eine deutliche geotropische Krümmung auf.

Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich auf dem medianen Längsschnitte etwa 50 Zellen mit ganz normaler Statolithenstärke. Die Wurzel war in der Nähe der Spitze 1 *mm* dick.

b) Eine andere, 1·5 *m* lange Wurzel zeigte in ihrem Verlaufe an der Mauer drei ziemlich horizontale Stellen von 15 bis 20 *cm* Länge, während sie im übrigen unter einem Neigungswinkel von 75° abwärts wuchs. Von der Mauer gelöst und in den feuchten Kasten gebracht, krümmte sie sich innerhalb zweier Tage nicht und wuchs dann hydrotropisch auf eine besonders nasse Stelle des Kastens zu. Um den Hydrotropismus auszuschalten, wurde nun die Wurzelspitze nach dem Vorgange von Pfeffer (l. c. p. 605) mit einem kleinen nassen Filterpapierhäubchen versehen.[1] Es unterblieb jetzt jegliche Krümmung. Nunmehr führte ich die Wurzel im Blechkasten in eine mit Wasser gefüllte Flasche ein, in der sich die Wurzel binnen dreier Tage schön positiv geotropisch krümmte (Fig. 4).

Die mikroskopische Untersuchung ergab 80 Statocysten auf dem medianen Längsschnitt, bei einer Wurzeldicke von 2 *mm*.

c) Eine dritte etwa 70 *cm* lange Wurzel, die ziemlich genau vertikal abwärts gewachsen war, wurde wie *b* in Wasser horizontal gelegt. 5 Tage hindurch wuchs sie ohne Richtungsänderung weiter, erst am 6. und 7. Tag trat die geotropische Krümmung auf.

Das Wachstum war alle 7 Tage hindurch ein ziemlich gleichmäßiges geblieben.

Auf dem medianen Längsschnitt waren 80 Statocysten mit normaler Statolithenstärke vorhanden. Die Dicke der Wurzel betrug 2·5 *mm*.

Alle anderen untersuchten Wurzeln verhielten sich in Bezug auf die Reaktion und die anatomischen Verhältnisse wie *a* oder *b*. Doch herrschte der Typus *a* vor.

---

[1] Bekanntlich ist nach den Untersuchungen von Darwin, Molisch und Pfeffer die hydrotropische Empfindlichkeit auf die Wurzelspitze beschränkt.

Aus dem Verhalten der Wurzeln *a* und *b* geht hervor, daß der Geotropismus infolge des weit stärkeren Hapto- und Hydrotropismus nicht zur wahrnehmbaren Geltung gelangen konnte. Man ist also durchaus nicht berechtigt, aus der Wachstumsrichtung einer Wurzel am Substrat auf ihre geotropischen Eigenschaften zu schließen.

Außerdem lehrt der Versuch *c*, daß öfters auf längere Zeit ein Verlust der geotropischen Sensibilität oder irgendwelche Umstimmungen auftreten, so daß die Wurzeln auch bei sehr günstigen äußeren Umständen nicht geotropisch reagieren. Erst nach einiger Zeit, ohne daß ein Grund dafür angegeben werden könnte, kommt der Geotropismus wieder zum Vorschein. Daß der Statolithenapparat während der ganzen Zeit intakt bleibt, ist durchaus nicht verwunderlich.

Die Umlagerungszeit der Stärkekörner betrug in den meisten Fällen eine Viertelstunde, nur in einem Falle waren in dieser Zeit erst vereinzelte Körner auf die gegenüberliegende Wand gesunken.

III. Haftwurzeln. Bezüglich der Haftwurzeln stimmten bis jetzt alle Autoren vollkommen darin überein, daß dieselben unter allen Umständen ageotrop sind. Auch ich gewann anfangs diesen Eindruck. Bei zahlreichen Versuchen unter Lichtabschluß kam es zu keinen geotropischen Krümmungen. Höchstens hydrotropische Krümmungen machten sich bemerkbar oder nicht selten haptotropische, wenn man die Wurzel an der reizempfänglichen Stelle gestützt hatte. Auch als der Hydrotropismus durch ein auf die Wurzelspitze gesetztes Käppchen aus nassem Filterpapier ausgeschaltet worden war, trat keine geotropische Krümmung ein.

Die mikroskopische Untersuchung ergab nun verschiedene bemerkenswerte Tatsachen. In den meisten Wurzeln war ein anscheinend normal ausgebildeter Statolithenapparat vorhanden, in anderen aber ließen sich ganz deutliche Rückbildungserscheinungen beobachten: Wenig Stärke in den einzelnen Zellen oder etwas größere Körner mit kleineren vermischt, auch so feine Körner, wie man sie in Nährwurzeln nie beobachtet.

In all diesen Zellen ist die Stärke einseitig gelagert; nun lassen sich mitten unter diesen sehr oft Zellen mit zerstreuter Stärke beobachten. In anderen, allerdings sehr seltenen Fällen ist in der Columella zwar noch Stärke vorhanden, diese besteht aber aus ganz kleinen, zerstreuten Körnchen, welche meist um den Kern gelagert sind.

Daß sich aber der Statolithenapparat auch dort, wo er scheinbar ganz normal entwickelt ist, oft schon in Rückbildung befindet, ergibt sich aus der in vielen Fällen sehr langen Umlagerungszeit der Stärkekörner.

War die Stärke manchmal in 20 Minuten großenteils umgelagert, so hatten in anderen Fällen nach $1^1/_2$ Stunden kaum einige Körner ihre Wanderung begonnen. Ja auch in jenen Wurzeln, in denen sich die Stärke im allgemeinen schnell umlagerte, blieb manchesmal in einem Teil der Zellen die Stärke zunächst unbeweglich und folgte erst in 1 bis 2 Stunden dem Zuge der Schwere.

Auch eine Verminderung der Statocystenzahl gegenüber den Nährwurzeln macht sich bemerkbar. Eine 1 *mm* dicke Haftwurzel zählte auf dem medianen Längsschnitt nur beiläufig 35 Statocysten, eine $1 \cdot 5$ *mm* dicke nur 40. Diese beiden Angaben stellen ziemlich genau den Mittelwert aller untersuchten Fälle vor.

Besonders hervorheben muß ich nun eine Versuchsreihe, die mit fünf Haftwurzeln durchgeführt wurde. Sie entsprangen verschiedenen Stellen derselben Pflanze und waren von verschiedenem Alter. Die Länge der Wurzeln die ich mit *a, b, c, d, e* bezeichnen will, betrug: $a = 3\ cm$, $b = 10\ cm$, $c = 28\ cm$, $d = 40\ cm$, $e = 56\ cm$. Alle fünf Wurzeln wurden mit Wachstumsmarken versehen und in den Blechkästchen in mit Wasser gefüllten Flaschen horizontal oder unter einem Winkel von zirka 45° schräg auf- oder abwärts gelegt. Letzteres geschah deshalb, um eventuell vorhandenen Transversalgeotropismus nachweisen zu können.

a) Durch 11 Tage wuchs die Wurzel nahezu genau in der anfänglichen, horizontalen Richtung weiter. Von jetzt an begann sie sich plötzlich positiv geotropisch zu krümmen, zwar langsam, nach zwei Tagen war die Krümmung aber

schon unzweifelhaft als positiv geotropisch zu erkennen (Fig. 5).

Auf dem medianen Längsschnitte zählte ich etwa 55 Statocysten mit ziemlich grobkörniger Stärke. Die Lagerung war vollkommen einseitig (Fig. 6). Das Gesamtwachstum in 13 Tagen betrug 31 *mm*; täglich also beiläufig 2·4 *mm*.

b) ist 13 Tage lang ohne jegliche Krümmung schräg abwärts gewachsen.

In der Columella fand sich bei der mikroskopischen Untersuchung nur ganz feinkörnige Stärke vor, die fast ausschließlich um den Kern gelagert war; wenige Körnchen lagen zerstreut im Plasma. Hier fehlte die umlagerungsfähige Statolithenstärke also vollständig (Fig. 7).

Die Wurzel war etwa 1·5 *mm* dick. Ihr Wachstum war während der ganzen Versuchsdauer normal. In den ersten 11 Tagen betrug der Längenzuwachs 35 *mm*, also durchschnittlich 2·7 *mm* im Tage, am 12. und 13. Tage zusammen etwas über 5 *mm*.

c, d, e. Auch diese Wurzeln krümmten sich innerhalb der 13 Tage nicht, zeigten aber bei der mikroskopischen Untersuchung keine so auffallenden Rückbildungserscheinungen wie *b*. Bei *c* war zwar die Stärke etwas feinkörniger als im normalen Falle, in *e* fand ich bei einer Wurzeldicke von etwas über 1 *mm* nur beiläufig 20 Statocysten auf dem medianen Längsschnitte; doch sind dies immerhin noch keine bedeutenden Unterschiede den übrigen Haftwurzeln gegenüber:

c wuchs in 13 Tagen um 34 *mm*,
d in der gleichen Zeit um 38 *mm*,
e in der gleichen Zeit um 28 *mm*.

Aus dem Verhalten der Wurzel *a* geht wohl mit Sicherheit hervor, daß die Haftwurzeln noch nicht ganz und gar ageotrop sind. Einzelne vermögen unter Umständen geotropische Bewegungen auszuführen.

Ich glaube in der Annahme nicht fehlzugehen, daß hauptsächlich das umgebende Wasser die geotropische Sensibilität auslöst.

Immerhin müssen aber noch verschiedene andere, unbekannte Umstände mitwirken, da es mir nie mehr gelang, unter denselben Bedingungen geotropische Krümmungen der Haftwurzeln bei dieser Pflanze zu erzielen.

Philodendron pinnatifidum (Jacq.) Kunth.

Die Untersuchungen an dieser Pflanze ergaben im wesentlichen genau dasselbe, wie die an *Monstera deliciosa*.

I. Nährwurzeln: Alle untersuchten Nährwurzeln reagierten positiv geotrop; ebenso auch diejenigen Seitenwurzeln, die eine Hauptwurzel zu ersetzen haben.

Bei allen war der Statolithenapparat gut entwickelt. Die ziemlich grobkörnige Stärke lagerte sich meistens in 20 Minuten fast vollständig um. Statocystenzählungen ergaben in einer 2 *mm* dicken Wurzel etwa 100, in einer ebenfalls 2 *mm* dicken 80 und in einer 4 *mm* dicken etwa 140 Statocysten auf medianen Längsschnitten.

II. Die an der Mauer wachsenden Wurzeln von intermediärem Charakter wiesen, von der Mauer losgelöst, in den Blechkästchen in der Zeit von 6 Stunden bis zu 3 Tagen immer deutliche positiv geotropische Krümmungen auf, wenn sie auch an der Mauer in allen möglichen Krümmungen verliefen (Fig. 8).

Die Statolithenstärke war immer ganz normal oder doch ohne besonders auffallende Rückbildungserscheinungen ausgebildet.

Ihre Umlagerungszeit betrug etwa 20 Minuten. Auch in der Statocystenzahl stimmen sie beiläufig mit gleich dicken Nährwurzeln überein.

III. Haftwurzeln. Die Haftwurzeln reagieren auch hier für gewöhnlich nicht geotropisch. Bei zehn Versuchen in der feuchten Kammer unterblieb jegliche Krümmung.

Neun Wurzeln wurden nun, wie schon früher beschrieben, in Wasser horizontal oder schräg (vergl. oben) befestigt.

Acht davon krümmten sich innerhalb einer Woche nicht, die neunte, die etwa 6 *cm* lang und noch ziemlich jung gewesen war, krümmte sich vom 6. Tage an aus der Horizontal-

lage unter 40° geotropisch abwärts (Fig. 9). Dabei war ihr Wachstum durchaus nicht rascher als das der anderen acht Wurzeln.

Also auch hier ist die Zahl der noch geotropischen Wurzeln eine sehr kleine und es bleibt in hohem Grade dem Zufall überlassen, ob man unter den untersuchten Wurzeln gerade eine positiv geotrope findet.

Ebensogroße Verschiedenheiten lassen sich aber auch in der Ausbildung der Statolithenstärke beobachten.

Die geotropisch reagierende Wurzel hatte einen ganz normalen Statolithenapparat mit etwa 60 Statocysten auf dem medianen Längsschnitte durch die 1 *mm* dicke Wurzel. In allen Zellen war die Stärke ziemlich grobkörnig und vollkommen einseitig gelagert. In einer anderen nicht geotropisch reagierenden, 1·5 *mm* dicken Wurzel zählte ich ebenso 40, in einer dritten, gleichfalls 1·5 *mm* dicken gegen 60 Statocysten. Zwei Wurzeln, mit denen ich nicht experimentiert hatte, bei denen aber normales Längenwachstum festgestellt wurde, zeigten recht erhebliche Rückbildungserscheinungen. In der einen überwog ganz bedeutend außerordentlich feinkörnige Stärke, die aber einseitig gelagert war (Fig. 10), in der anderen war lauter feinkörnige Stärke in geringer Menge vorhanden (Fig. 11).

Auch ganz verschiedene Umlagerungszeiten kamen vor. In vielen Fällen genügten 20 Minuten wie in typischen Nährwurzeln, in anderen war nach $1^1/_2$ Stunden bei scheinbar ganz normal entwickelter Stärke fast gar keine Umlagerung zu beobachten.

Anthurium leuconeurum Lemaire.

Alle drei Topfpflanzen dieser Art, die mir zur Verfügung standen, besaßen nur einerlei Wurzeln in kräftiger Entwicklung. Mit sechs derselben wurden Experimente durchgeführt, bei denen jedwede Krümmung unterblieb, trotzdem die Versuche auf lange Zeit ausgedehnt wurden.

Eine Wurzel wuchs zum Beispiel durch zwei Wochen im Wasser horizontal fort.

Dementsprechend läßt sich hier ziemlich selten normale Statolithenstärke beobachten.

In einer jungen, 3 *mm* dicken Wurzel waren 70 Statocysten auf dem medianen Längsschnitte vorhanden. In den meisten war die Stärke grobkörnig und einseitig gelagert. In beiläufig 20 Zellen war sie aber zerstreut oder fest um den Kern in der oberen Hälfte der Zellen geballt. In einer anderen, 3 *mm* dicken Wurzel fand sich auf dem medianen Längsschnitt in nur 50 Zellen feine, ziemlich unregelmäßig gelagerte Stärke vor.

In einer dritten, von etwa 4 *mm* Dicke, war die Stärke nahezu in allen Zellen um den Kern geballt und hatte nur in ganz wenigen die Zellwand erreicht (Fig. 12).

Doch auch in jenen Zellen in denen die Stärke normal entwickelt und einseitig gelagert ist, ist sie nicht mehr leicht beweglich. Die Umlagerungszeit ist eine ganz bedeutende. Eine Wurzel, die mehrere Tage lang in senkrechter Stellung mit der Spitze abwärts befestigt war, wurde eine Stunde lang in umgekehrter Lage festgehalten. Nach Fixierung in Jodalkohol angefertigte Schnitte zeigten die Stärke noch vollständig an den früher unteren Wänden.

Eine zweite Wurzel wurde zwei Stunden lang in umgekehrter Stellung fixiert. Auch jetzt hatten nur ganz wenige Körner die entgegengesetzte Zellwand erreicht.

Anthurium Veitchii Mast.

Das einzige vorhandene Exemplar war eine junge Topfpflanze, die noch keinerlei Differenzierung in Nähr- und Haftwurzeln aufwies. Da außerdem die meisten Wurzeln schon ausgewachsen waren, konnte ich nur wenige Experimente durchführen.

1. Eine 1·5 *mm* dicke Wurzel, horizontal in Wasser gelegt, krümmt sich innerhalb zweier Tage deutlich positiv geotropisch. Auf dem medianen Längsschnitte waren 20 Statocysten vorhanden.

2. Eine 1·25 *mm* dicke Wurzel, behandelt wie 1., zeigt in derselben Zeit eine ebenso deutliche geotropische Krümmung. Statocystenzahl etwa 30.

3. Diese Wurzel wurde zwar auf ihren Geotropismus hin nicht untersucht, war aber sicher geotropisch, da sie

fast senkrecht und ganz gerade in die Erde hineingewachsen war

Dicke der Wurzel = 2 *mm*.
Statocystenzahl = 40

Eine 1·25 *mm* dicke Wurzel wie 3. wurde invers aufgestellt auf die Beweglichkeit der Stärke geprüft. Nach einer Viertelstunde waren fast alle Stärkekörner auf die gegenüberliegende Wand gesunken. Statocystenzahl = 50.

Anthurium Scherzerianum Schott.

An der kleinen Topfpflanze waren nur einerlei Wurzeln vorhanden, die ihr Wachstum größtenteils schon eingestellt hatten.

1. Eine noch wachsende, 15 *cm* lange und 2·5 *mm* dicke Wurzel krümmte sich weder im Blechkasten noch im Wasser, trotzdem sie in ersterem 4 Tage, in letzterem 7 Tage verblieb.

Die Columella war sehr stärkereich. Aber nur in fünf oder sechs Zellen war die Stärke wirklich einseitig gelagert. In den übrigen war sie zerstreut oder um den Kern gesammelt.

2. Eine 6 *cm* lange und 2 *mm* dicke Wurzel, die wie 1. behandelt wurde, wuchs ebenfalls horizontal weiter.

Statolithenstärke war nur in etwa zehn Zellen vorhanden.

3. Eine Wurzel wurde auf die Beweglichkeit der Stärke geprüft. Nach 30 Minuten war noch keine Verlagerung zu bemerken.

Anthurium Warocqueanum J. Moore.

Es sind nur einerlei Wurzeln vorhanden. Alle untersuchten Wurzeln waren im Längenwachstum begriffen.

1. Eine 80 *cm* lange Wurzel wuchs im Blechkasten 14 Tage lang ohne jede Krümmung.

Auf dem 3 *mm* breiten Längsschnitte waren in der Haube etwa 70 Zellen mit einseitiger Stärke vorhanden.

2. Eine 70 *cm* lange und 3 *mm* dicke Wurzel wurde in inverser Stellung auf die Umlagerungsgeschwindigkeit der Stärke hin untersucht. 50 Minuten genügten zur nahezu voll-

ständigen Verlagerung. Nur wenige Körner hatten die Gegenwand noch nicht erreicht.

3. Eine 0·75 *mm* dicke Wurzel wies bei zehntägiger Horizontallage in Wasser keine Krümmung auf.

Sie besaß in etwa 14 Zellen einseitige Stärke. Diese Zellen waren zwischen solche mit zerstreuter Stärke verteilt.

4. In einer gleich beschaffenen Wurzel aus derselben Region verlagerte sich die Stärke in 25 Minuten gar nicht. In 17 Zellen war sie noch in der ursprünglichen Lage.

5. Eine Wurzel hatte binnen 8 Tagen nicht geotropisch reagiert. Ihre Stärke lagerte sich im Laufe einer halben Stunde nicht merklich um.

Anthurium Miquelianum C. Koch et Aug.

Nur einerlei Wurzeln vorhanden. Alle untersuchten Wurzeln zeigen Längenwachstum.

1. Eine 20 *cm* lange, 4 *mm* dicke Wurzel führte im Blechkasten in 7 Tagen keine Krümmung aus.

Auf dem Längsschnitte befanden sich zwölf Zellen mit orientierter Stärke.

2. Eine 30 *cm* lange, 3 *mm* dicke Wurzel wuchs im Wasser durch 7 Tage in derselben Richtung weiter. Auf dem medianen Längsschnitte 40 Statocysten.

3. Eine 3 *cm* lange, 3 *mm* dicke Wurzel, über deren geotropisches Verhalten ich nichts sagen kann, hatte etwa 30 Statocysten auf dem medianen Längsschnitte. Dazwischen befanden sich viele Zellen mit zerstreuter Stärke.

4. Wurzel von 5 *cm* Länge und 3 *mm* Dicke. In den 40 Zellen mit einseitig gelagerter Stärke lagert sich dieselbe in 20 Minuten gar nicht um.

5. Wurzel von 4 *mm* Dicke. In etwa 35 Zellen der Columella tritt während zweier Stunden keine Stärkeumlagerung ein.

Anthurium grandifolium (Jacq.) Kunth.

Nur einerlei Wurzeln vorhanden.

1. Eine 17 *cm* lange, 2 *mm* dicke Wurzel krümmt sich im Blechkasten in 6 Tagen nicht. Die anatomische Unter-

suchung ergibt, daß die Stärke ausnahmslos um den Kern gelagert oder zerstreut ist.

2. In einer 6 *cm* langen, 2·5 *mm* dicken Wurzel wird in etwa 20 Zellen gut orientierte Stärke beobachtet. Die Wurzel war schräg aufwärts gewachsen.

3. In einer Wurzel aus derselben Region lagert sich die Stärke in $1^1/_2$ Stunden gar nicht um.

4. Eine 10 *cm* lange, 4 *mm* dicke Wurzel erweist sich in Wasser als ageotrop. Die Stärke ist nach 2 Stunden nicht im geringsten aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht.

Anthurium acaule (Jacq.) Schott.

Einerlei Wurzeln.

An diesem Exemplare war nur eine einzige wachsende Wurzel zu entdecken, welche im Blechkasten 4 Tage lang, im Wasser 5 Tage lang ageotrop blieb.

Nun wurde sie 3 Viertelstunden lang mit aufwärts gekehrter Spitze befestigt. Die anatomische Untersuchung ergab die Stärke noch ausnahmslos einseitig gelagert in der früheren Stellung, und zwar waren in der 2·5 *mm* dicken Wurzel etwa 30 Statocysten vorhanden.

Zamioculcas Loddigesii Schott.

Topfpflanze mit einerlei Wurzeln.

1. Eine 30 *cm* lange und 2 *mm* dicke Wurzel reagiert nicht geotropisch. In der Columella ist sehr viel Stärke vorhanden, die aber nur in etwa 30 Zellen (und da nicht vollkommen) einseitig gelagert ist. Eine größere Anzahl Stärkekörner ist immer im Lumen zerstreut.

2. Eine 12 *cm* lange, 0·5 *mm* dicke Wurzel besaß ebenfalls grobkörnige, ziemlich einseitig gelagerte Stärke in etwa 5 Zellen.

3. Ein Versuch ergab, daß sich die Stärke in einer Stunde teilweise umlagert.

Aus dem vorstehend Mitgeteilten ergibt sich, daß die bisherigen Ansichten über den Geotropismus der Aroideen-Luftwurzeln in mancher Hinsicht geändert werden müssen. Ich will

versuchen, ihre geotropischen Eigenschaften nochmals kurz zu schildern.

I. Nährwurzeln. Die Nährwurzeln sind, soweit meine Beobachtungen reichen, stets positiv geotropisch. Doch ist ihr Geotropismus weniger ausgeprägt. Wie auch Linsbauer hervorgehoben hat, macht sich das hauptsächlich in der langsamen Reaktion geltend. Auch ein Stimmungswechsel scheint nach demselben Autor (l. c. p. 289) bei typischen Nährwurzeln mitunter aufzutreten.[1]

Der Statolithenapparat ist stets wohl ausgebildet.

Die Umlagerung der Stärke geht verhältnismäßig rasch vor sich.

Die jungen Nährwurzeln sind ageotrop und enthalten dementsprechend in der Haube nur unbewegliche, um den Kern gelagerte Stärke ohne Statolithenfunktion.

II. Haftwurzeln. Schimper, Went und auch Linsbauer geben übereinstimmend an, daß die Haftwurzeln völlig ageotrop sind.

Meinen Untersuchungen zufolge steht aber fest, daß sie zwar meistens ageotrop sind, unter gewissen Umständen aber doch geotropisch reagieren. Unter einer entsprechend großen Zahl untersuchter Wurzeln findet sich immer eine oder die andere positiv geotropische. Auch diese reagieren aber, wie schon gesagt, nur unter besonderen Umständen und oft erst nach mehrtägiger Versuchsdauer.

Der starke Hapto- und Hydrotropismus der Haftwurzeln verhindert, daß ihr eventuell vorhandener Geotropismus ohne experimentelles Eingreifen zur sichtbaren Geltung kommt.

---

[1] Ob es auch dauernd ageotrope Nährwurzeln gibt, muß stark bezweifelt werden. Linsbauer stützt seine diesbezügliche Behauptung nur auf die Beobachtung einer Nährwurzel von *Ph. Houlletianum* und zweier Nährwurzeln von *Ph. elegans* (l. c. p. 288), welche nach 2 bis 3 Tagen keine geotropische Krümmung zeigten.

Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß diese Wurzeln bei längerer Versuchsdauer vielleicht doch noch eine geotropische Krümmung gezeigt hätten, denn bei *Tornelia fragrans* hat Linsbauer den Beginn der geotropischen Krümmung einer Nährwurzel erst am 8. Tage beobachtet.

Es ist immerhin nicht ausgeschlossen, daß die Haftwurzeln gewisser Aroideen unter allen Umständen ageotrop sind.

Jedenfalls sind aber ihre geotropischen Eigenschaften stark reduziert.

Dementsprechend sind auch im Gegensatze zu den Angaben Linsbauer's die Statolithenapparate in diesen Wurzeln meist mehr oder minder stark rückgebildet. Dies äußert sich

1. in der relativ geringen Zahl der Statocysten, obwohl Linsbauer keine Verringerung den Nährwurzeln gegenüber gefunden haben will. Sehr deutlich zeigt die Größe des Unterschiedes nachfolgende kleine Tabelle:

Name	Nährwurzeln		Haftwurzeln	
	Dicke in *mm*	Zahl der Statocysten	Dicke in *mm*	Zahl der Statocysten
Monstera deliciosa	1·5	100	ageotrop 1·5	40
	1	80	ageotrop 1	30
Philodendron pinnatifidum	2	100	geotrop 1	60
	1·5	90	ageotrop 1·5	40

2. Bei der mikroskopischen Untersuchung vieler Haftwurzeln fällt es ferner ohneweiters auf, daß auch die einseitig gelagerte Stärke feinkörniger ist als in den Nährwurzeln. Schöne Beispiele dieser Art zeigen Fig. 10 und Fig. 11.

3. Die Umlagerungsversuche haben gezeigt, daß die Stärke in den Hauben der Haftwurzeln meist schwerer beweglich ist als in Nährwurzeln. In letzteren findet die vollständige Umlagerung bei inverser Stellung meistens schon nach 20 bis 30 Minuten statt.

In den Haftwurzeln dagegen sind häufig die Stärkekörner selbst nach 1 bis 2 Stunden nur teilweise oder gar nicht umgelagert. Auch völlig unbewegliche Stärke kommt vor, und zwar in Wurzeln, die trotz vorhandenen Längenwachstums gar keine

geotropische Reaktion erkennen lassen. Gänzlichen Mangel an Stärke wie ihn Tischler (l. c. p. 18) für die ageotropen Wurzeln von *Arum maculatum* nachgewiesen hat, konnte ich allerdings nie feststellen; doch war die unbewegliche Stärke oft ganz feinkörnig. Auch fanden sich in vielen Zellen nur wenige Körner vor. Vergl. Fig. 7.

III. Wurzeln, die eine intermediäre Stellung zwischen Nähr- und Haftwurzeln einnehmen, kommen bei *Monstera deliciosa* und *Philodendron pinnatifidum* vor. Diese Wurzeln sind immer positiv geotropisch, doch zeigt sowohl ihre Wachstumsrichtung an der Mauer (vergl. oben) als auch das scheinbar grundlose Ausbleiben der Reaktion durch einige Tage, daß sie einem häufigen Stimmungswechsel unterliegen.

Die Statolithenapparate sind gut ausgebildet. Es finden sich zwar immer merklich weniger Statocysten als in Nähr-, jedoch immer mehr als in gleich dicken Haftwurzeln vor.

Die Stärke ist immer grobkörnig und leicht beweglich.

IV. Wurzeln solcher Aroideen, bei denen überhaupt noch keine Differenzierung in Nähr- und Haftwurzeln eingetreten ist. Ich habe diese Wurzeln zwar übereinstimmend mit Linsbauer immer ageotrop gefunden, meine aber, daß auch unter ihnen noch geotropisch reagierende zu finden sein werden. Mir stand eben zur Entscheidung dieser Frage zu wenig Material zu Gebote.

Jedenfalls ergab sich aber, daß man auch hier im Gegensatze zu Linsbauer Gelegenheit hat, Rückbildungen des Statolithenapparates zu beobachten.

Die Zahl der Statocysten ist auch in dicken Wurzeln eine bedeutend geringere.

Die Stärke ist mitunter feinkörnig. Ihre Beweglichkeit ist gering. In einigen Fällen war die Stärke vollkommen unbeweglich. Eine stärkelose Columella habe ich auch hier nicht gefunden.

Das allgemeine Ergebnis meiner Untersuchungen ist demnach folgendes:

1. Jene Luftwurzeln der Aroideen, die ausgesprochen geotropisch reagieren, besitzen auch in

ihren Hauben einen typisch entwickelten Statolithenapparat mit leicht beweglicher Stärke.

2. Jene Wurzeln dagegen, die in geringerem Maße oder gar nicht geotropisch sind, besitzen in der Regel einen mehr oder minder rückgebildeten Statolithenapparat, wobei sich die Rückbildung in einer relativ geringen Anzahl von Statocysten, in einer geringeren Größe der Stärkekörner und in ihrer verminderten, eventuell vollkommen aufgehobenen Umlagerungsfähigkeit äußert.

Die abweichenden Angaben Linsbauer's beruhen also darauf, daß ihm

1. der hin und wieder auftretende Geotropismus der Haftwurzeln infolge der zu geringen Anzahl der von ihm experimentell geprüften Wurzeln entgangen ist, und

2. darauf, daß er die mannigfachen Rückbildungserscheinungen der Statocysten vollkommen übersehen hat.

Am Schlusse seiner Arbeit stellt Linsbauer eine neue Hypothese der Geoperzeption ohne Statolithen auf. Er meint, daß die Reizperzeption durch irgend welche besondere Plasmastrukturen allein erfolgen könne, z. B. durch ein Netz polyedrischer Maschen, das durch die Schwerkraft verschieden deformiert wird.

Hiezu bemerke ich nur folgendes:

1. Ein solches plasmatisches Netzwerk, das sich natürlich nur im ruhenden Plasma, d. i. in der äußeren Plasmahaut befinden könnte, müßte in einer Eiweißlösung aufgehängt sein. Der Unterschied der spezifischen Gewichte von Netzwerk und Lösung könnte aber nur ein minimaler sein. Die zufolge der Schwerkraft eintretenden Deformationen, respektive Spannungen in dem Netzwerk und in noch höherem Maße ihre Änderungen würden demnach so über alle Maßen gering sein, daß eine derartige Reizperzeption schon von vornherein höchst unwahrscheinlich ist.

2. Es muß ausdrücklich betont werden, daß eine Hypothese, die weder histologisch, respektive cytologisch noch experimentell geprüft werden kann, vollkommen unfruchtbar ist. Die

Aufstellung einer solchen Hypothese hätte erst dann eine gewisse Berechtigung, wenn jeder andere wissenschaftlich kontrollierbare Versuch, die Geoperzeption unserem Verständnisse näher zu rücken, definitiv gescheitert wäre.

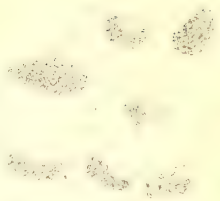
Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Sommer 1907 im botanischen Institute der Universität Graz ausgeführt. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Gottlieb Haberlandt, bin ich für die rege Anteilnahme an meiner Arbeit zu großem Danke verpflichtet.

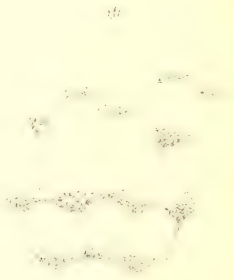
Literaturverzeichnis.

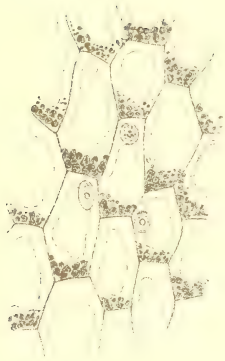
1. Haberlandt, Zur Statolithentheorie des Geotropismus. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. 1903, Bd. XXXVIII.
2. Derselbe, Bemerkungen zur Statolithentheorie. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. 1905, Bd. XLII, H. 2.
3. K. Linsbauer, Über Wachstum und Geotropismus der Aroideen-Luftwurzeln. Flora, 97. Band, Jahrg. 1907, 3. Heft.
4. Němec, Über die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Pringsh. Jahrb. 1901, Bd. XXXVI.
5. W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II. Aufl., 2. Bd.
6. A. F. W. Schimper, Die epiphytische Vegetation Amerikas. Botan. Mitteil. a. d. Tropen. H. 2, Jena 1888.
7. G. Tischler, Über das Vorkommen von Statolithen bei wenig oder gar nicht geotropischen Nährwurzeln. Flora 1905, Bd. XCIV, H. 1.
8. F. A. Went, Über Haft- und Nährwurzeln bei Kletterpflanzen und Epiphyten. Annales du Jard. Bot. de Buitenzorg 1893, Vol. XII.

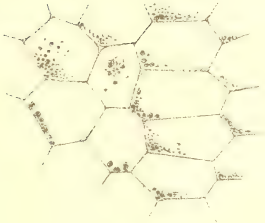
Erklärung der Abbildungen.

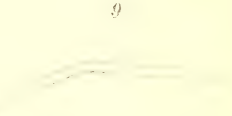
Fig. 1. *Monstera deliciosa*. Nährwurzel, in 5 Stunden geotropisch gekrümmt. Natürliche Größe.
» 2. Dieselbe Pflanze. Nährwurzel. Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze. Statocysten.
» 3. Dieselbe Pflanze. Junge ageotrope Nährwurzel. Medianer Längsschnitt. Zellgruppe aus der Columella.
» 4. Dieselbe Pflanze. Wurzel intermediär zwischen Haft- und Nährwurzel. Geotropische Krümmung in 3 Tagen. Natürliche Größe.
» 5. Dieselbe Pflanze. Haftwurzel. Geotropische Krümmung in 2 Tagen. Natürliche Größe.
» 6. Wie 5. Statocysten aus dem medianen Längsschnitte durch die Wurzelhaube.
» 7. Dieselbe Pflanze. Ageotrope Haftwurzel. Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze.
» 8. *Philodendron pinnatifidum*. Wurzel intermediär zwischen Nähr- und Haftwurzeln. Geotropische Krümmung in 26 Stunden. Natürliche Größe.
» 9. Dieselbe Pflanze. Geotropische Haftwurzel. Krümmung in 23 Stunden. Natürliche Größe.
» 10. Dieselbe Pflanze. Haftwurzel. Zellgruppe aus der Columella der Haube. Medianer Längsschnitt.
» 11. Wie 10.
» 12. *Anthurium leuconeurum*. Ageotrope Wurzel. Medianer Längsschnitt durch die Spitze. Zellgruppe aus der Haube.











Gaulhofer del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Gattung Ulva

von

Dr. **Josef Schiller**, Triest.

Aus der k. k. zoologischen Station in Triest.

(Mit 2 Tafeln und 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Dezember 1907.)

Im Frühjahr und fast ohne Unterbrechung bis in den Herbst hinein entwickeln sich in der Adria und ebenso in den Aquarien der hiesigen k. k. zoologischen Station in großen Mengen die Schwärmsporen und Gameten von *Ulva Lactuca* (L.) Le Jol, so daß die Glasscheiben der Schauaquarien, in denen *Ulva* als Futter für Schnecken dient, an der Lichtseite mit einem dichten grünen Überzuge am Morgen bedeckt sind. Für Zwecke des algologischen Kurses sammelte ich wiederholt Gameten, um die Kopulation zeigen zu können und nahm einen anderen Teil in Kultur. Die Weiterentwicklung verlief nun so rasch und gut, daß ich mich zu einer eingehenderen Untersuchung entschloß, deren Resultate im nachfolgenden wiedergegeben sein mögen.

Bau der Gameten.

Die Gameten von *Ulva* schwärmen sowohl in den Schauaquarien mit zirkulierendem Wasser als auch in meinen 2 *l* fassenden Kulturgefäßen früh morgens zwischen $^1/_2 5^h$ und $^1/_2 6^h$ aus, sind zunächst durch einige Zeit im Wasser gleichmäßig verteilt und sammeln sich im Verlaufe von zirka 30 Minuten an der dem Fenster zugekehrten Glaswand der Gefäße. Von dem dichten Überzuge, den sie hier tagsüber bildeten, wurden alle 2 Stunden mit einer Pipette Gameten herausgehoben und sodann frisch im Hängetropfen untersucht, während andere entweder mit Jodjodkali, 1% Osmiumsäure, schwacher Chrom-Osmium-Essigsäure oder mit Formol-Alkohol

(auf 75 *cm* Seewasser 3 *cm* 40% Formol und 1 *cm* 96% Alkohol) fixiert wurden.

Die Gameten weisen entsprechend den Angaben von Thuret[1] und vieler anderer Forscher die bekannte schlank birnförmige Gestalt auf. Das vordere Ende ist farblos und mit zwei Cilien als Bewegungsorganen versehen, das hintere dagegen enthält den becherförmigen großen Chromatophor, in welchem der rote Augenfleck und ein Pyrenoid liegen (Fig. 1 bis 6, Taf. I).

Die Form und Größe unterliegt nicht unbeträchtlichen Variationen. Was zunächst die erstere anbelangt, so kann man zwischen kurz eiförmigen mit einem Verhältnis des Längen- zum Querdurchmesser wie 1·3 : 1 und sehr langgestreckten Gameten, wahren Riesenformen (Fig. 4) mit einem Verhältnis der entsprechenden Durchmesser wie 3 : 1 alle Übergänge beobachten. Dabei sehen wir den vorderen farblosen Teil stets zugespitzt, während der rückwärtige entweder abgerundet oder zugespitzt ist. Daneben finden sich noch mancherlei Monstrositäten.

Bekanntlich zeigen sich ganz ähnliche Formabweichungen bei den Gameten der Gattung *Enteromorpha,* über die Areschoug[2] berichtet hat. Die von ihm beobachteten Riesenformen weichen aber von den von mir beobachteten dadurch ab, daß jene entweder rückwärts abgerundet oder spitz waren, dagegen die meinigen stets ein zugespitztes Ende zeigten (Fig. 4). Areschoug berichtet über dieselben weiter, daß diese Formen nur langsame Bewegungen ausführten, wenig lichtempfindlich waren, nicht kopulierten und nach wenigen Stunden am Grunde der Gefäße zu Grunde gingen. Er hält sie für unreif und zur Kopulation ungeeignet. Dies gilt bis auf die Lichtempfindlichkeit auch von meinen Riesenformen. Daß die Bewegung langsamer als bei den normalen Formen ist, hängt damit zusammen, daß die Cilien nicht größer als bei den anderen sind. Da die Anzahl der in den einzelnen Zellen sich

[1] G. Thuret, Rech. sur les zoospores des alques etc. Ann. d. scienc. nat. bot., 1850, 3. sér., 14.

[2] J. E. Areschoug, De copul. Microzoosporarum Enteromorphae compressae. Botan. Notiser, 1876, p. 128. — Obser. phycolog., part. 2, p. 9.

entwickelnden Gameten zwischen 4 und 16 schwankt, ist es klar, daß darauf die Größen- und Formunterschiede zurückzuführen sind. Über das weitere Schicksal der einzelnen Formen soll späterhin berichtet werden.

Bei starker Vergrößerung bemerkt man am Kopfende der Gameten, respektive Schwärmsporen, jenes warzenartig aufgesetzte Köpfchen (Fig. 1 bis 4, 7 bis 9), das bisher von Strasburger[1] für *Cladophora, Bryopsis* und *Oedogonium* von Kuckuck für *Codiolum*[2] und neuestens für *Halicystis*[3] und *Valonia*[3] nachgewiesen worden ist. Es trägt die beiden Cilien, deren Länge die des Körpers häufig fast noch einmal übertrifft, doch nicht am Grunde, wie dies Strasburger für *Cladophora* zeichnet, sondern ungefähr in der Mitte. Auch war ich nicht im stande, Knötchen am Ursprunge der Cilien aufzufinden. Es ist somit die von Strasburger ausgesprochene Verallgemeinerung, daß es tatsächlich die Ränder der cilientragenden Hautschichtanschwellung sind, denen die Cilien entspringen,[4] nicht gültig. Auch bei *Enteromorpha intestinalis* und *Ent. Linza* fand ich die Gameten mit dem Blepharoplasten versehen, an dem die Cilien gleichfalls aus der Mitte wie bei *Ulva* (Fig. 9) ihren Ursprung nehmen. Nach Strasburger stellt das cilientragende Organ eine Verdickung der Hautschicht vor, das er als Blepharoplasten bezeichnet[5] und den Blepharoplasten der pflanzlichen Spermatozoiden homolog setzt.

Um das Verhalten des Blepharoplasten gegenüber Farbstoffen zu prüfen, färbte ich das in der oben angegebenen Weise fixierte Gametenmaterial mit Safranin-Gentianaviolett, Eisenalaun-Hämatoxylin, nach Benda mit sulfalizarinsaurem Natron und Kristallviolett sowie mit Eosin-Hämatoxylin nach Renaut. Das Resultat war, daß die Spitze des Blepharoplasten

[1] E. Strasburger, Schwärmsporen, Gameten, pflanzl. Spermatoz. etc. Histolog. Beiträge, 1892, IV. — Über Reduktionsteilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich. Histolog. Beiträge, 1900, VI.

[2] Kuckuck P., Bemerk. zur marinen Algenvegetation von Helgoland, II, 1897, p. 397, Fig. 20, Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Abt. Helgoland, Bd. II.

[3] — Abhandl. über Meeresalgen. I. Über den Bau und die Fortpflanzung von *Halicystis* Areschoug und *Valonia* Ginnani. Botan. Zeitung 1907, Heft VIII/X.

[4] Diese Arbeit, p. 194.

[5] L. c., p. 195.

sich ebenso wie der Kern tingierte (Fig. 7 bis 9), während der übrige Teil ungefärbt blieb. Wie ist dieses Verhalten des Köpfchens zu erklären?

Durch Strasburger[1] sind wir über die Entstehung des Blepharoplasten bei den Schwärmsporen und Gameten oben angeführter Algen unterrichtet. Bei ihrer Bildung wird die den Zellkern führende Partie nach außen gerichtet, an welcher sich Kinoplasma anzusammeln beginnt, das als Mundstelle hervortritt und die Geißeln bildet. Diese wachsen als kleine Höcker hervor, die sich zu feinen Fäden strecken, sich dabei bewegen und hin und her tasten. Dasselbe gilt für *Ulva*. Aus der Nähe der Kerne hat Strasburger geschlossen, daß sie an der Bildung des Kinoplasmas hervorragend beteiligt sind, und das ist deswegen sehr wichtig, weil Strasburger neben den *Cladophora*-Zellkernen denselben dicht anliegend winzige, sich violett färbende, in kleine Sphären eingeschlossene Körnchen beobachtete, die »sehr wohl«, wie Strasburger meint, »Centrosomen mit ihren Astrosphären sein könnten«. Bei der gewiß großen Verbreitung dieser Organe in den Algenzellen dürfte Strasburger sich kaum in seiner Meinung getäuscht haben. Trotz dieser und mancher anderer Beobachtungen konnte sich genannter Forscher nicht entschließen, in dem Kinoplasma etwas anderes als im wesentlichen eine Verdickung der Haut zu sehen, deren Aufgabe die Bildung von Cilien ist. »Diesen Cilienbildnern«, sagt er, »an Schwärmsporen und Gameten kommt aber meiner Ansicht nach die Bedeutung der Centrosomen nicht zu.«[2] Er führte auch die Cytoplasmahöcker der Characeen, Lebermoose, Farne, Cykadeen ebenfalls nur auf diese Hautverdickung, das Kinoplasma, zurück.

Es war natürlich, daß diese Ansicht Strasburger's vielfach keinen rechten Glauben finden konnte, da es widerstrebte, ein so weit verbreitetes und wichtiges Organ als eine Hautverdickung aufzufassen.

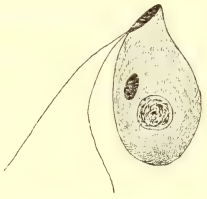
Nun fand Ikeno bei seinen Untersuchungen der Spermatogenese von *Marchantia polymorpha*[3] ein unzweifelhaftes

[1] Strasburger, Histolog. Beiträge, VI (1900), p. 185.

[2] Histolog. Beiträge, VI (1900), p. 185.

[3] Beihefte zum bot. Zentralbl., Bd. XV, Heft 1, p. 65 ff.

Centrosom, das in der Spermatide neben dem Zellkerne liegt, Es wandert dann nach der Zellecke zu, legt sich an die Membran an, so daß scheinbar eine Membranverdickung hervorgerufen wird. Aus diesem Centrosom gehen die Cilien hervor (siehe die Textfigur). Ikeno sagt in seiner ausgezeichneten Arbeit[1] über die Blepharoplastenfrage, daß, wenn man lediglich das letzte Stadium der Entwicklung der Blepharoplasten allein beobachtet, ohne nichts von den übrigen wahrzunehmen, man wohl diese Wand als die wahre Verdickung der Hautschicht betrachten wird. Er gelangt unter Berücksichtigung der einschlägigen Ergebnisse auf pflanzlichem und tierischem Gebiete zu dem Schlusse, daß die Cilienbildner oder Blepharoplasten nichts anderes als Centrosomen sind.



Ältere Spermatide von *Marchantia polymorpha*. Blepharoplast gestreckt und in innigem Kontakt mit der Hautschicht. Zwei Cilien schon sichtbar. Nach Ikeno.

Diese Darlegungen Ikeno's sind so überzeugend, daß ich das Kinoplasmaköpfchen der Gameten von *Ulva* und *Enteromorpha* mit Rücksicht auf seine Entstehung, seine Funktion als Cilienbildner und das Verhalten gegenüber von Kernfarbstoffen mit einem Centrosom in Beziehung bringe, das in den vordersten Teil des Kinoplasmas gewandert ist und mittels Farbstoffen sichtbar zu machen ist. Das wird auch bei *Cladophora, Bryopsis* etc. sich nachweisen lassen.

Im farblosen Vorderteil der Gameten ist zunächst der Kern der wichtigste Bestandteil. Er liegt selten in der Mitte, sondern fast immer etwas seitlich, so daß er links sichtbar wird, wenn der rote Pigmentfleck rechts liegt und umgekehrt (Fig. 1 bis 4, 7, 8). Wenngleich schon im lebenden Gameten gut hervortretend, so ist doch sein ziemlich dichtes Gefüge und sein winziges Kernkörperchen erst bei guter Färbung zu

[1] Blepharoplasten im Pflanzenreich. Biolog. Zentralbl., Bd. XXIV (1904), p. 216.

erkennen. Die Form des Nucleus ist rundlich oval und seine Größe korrespondiert mit der des Gameten.

Vor dem Kerne, gegen das Kinoplasma zu, findet man noch zwei weitere Körperchen, die sich ebenso wie der Kern tingieren, doch sind sie bedeutend kleiner als dieser. Der Kern nimmt mit diesen beiden Körperchen regelmäßig eine solche Lage ein, daß sie die Eckpunkte eines Dreieckes bilden, was zur Folge haben kann, daß sich je zwei decken und dann anscheinend nur zwei von diesen drei Körpern vorhanden sind. Setzt man dem die Gameten enthaltenden Wasser Jod oder Jodjodkali zu, so nehmen sie so wie der Kern nur eine bräunliche Färbung an. Ihre starke Tingierbarkeit mit Kernfarbstoffen läßt es kaum zweifelhaft erscheinen, daß wir es mit Chromatinsubstanz zu tun haben. Bei der Kopulation scheinen sie sich mit den beiden Körperchen des zweiten Gameten zu vereinigen, und zwar bevor sich noch die Kerne vereinigt haben (Fig. 8). Was stellen nun diese beiden runden, scharf umrissenen Körperchen dar? Sind es vegetative Kerne? Sind es Chromidien in dem für die tierischen und manche pflanzlichen Zellen festgelegten Sinne?

Strasburger hat in den Gameten von *Cladophora* ähnliche Chromatinkörper gefunden, die an Chromidien vielfach erinnern. Was diese Chromatinmassen ihrer Entstehung und ihrer Funktion nach darstellen, läßt sich vermutlich nur auf entwicklungsgeschichtlichem und vergleichendem Wege verschiedener Sporenarten aufdecken.[1]

In den Nachmittagsstunden ließen sich im rückwärtigen Teile der Gameten feste Assimilationsprodukte nachweisen.

Das Protoplasma des farblosen Teiles ist locker schwammig, enthält zwei Vakuolen, von denen die eine hart an der Übergangsstelle zwischen Chromatophor und farblosem Teile liegt und sofort in die Augen fällt. Weiter nach vorn liegt noch eine zweite, die kleiner und schwerer sichtbar wird, da sie nicht

[1] Klebs zeichnet bei den Schwärmsporen und Gameten von *Ulothrix zonata* im farblosen Teile zwei kleine runde Körperchen, die in der Lage und Größe mit den bei *Ulva* gefundenen übereinstimmen würden. Sie werden ebenso wie die analogen bei *Chlamydomonas* und anderen vielfach als Vakuolen angesprochen, wie Oltmanns angibt.

so oberflächlich wie die andere gelagert ist (Fig. 7). Auch das Protoplasma des rückwärtigen Teiles hat ein lockeres, großwabiges und vakuolenreiches Gefüge.

Der rückwärts befindliche Chromatophor besitzt annähernd Napfform mit zwei seitlichen Auskerbungen, durch die er in zwei ungleiche Teile zerlegt wird, von denen der größere den Pigmentfleck, der kleinere das Pyrenoid trägt. Die Bezeichnung »napfförmig« ist insofern unrichtig, als der Chromatophor auf der einen Seite nicht geschlossen ist (Fig. 5). Das jeweilig zur Ansicht gelangende Bild wird demgemäß entsprechend der Lage der Gameten ein verschiedenes sein (Fig. 1 bis 5). Bemerkt sei noch, daß die Einkerbungen spitz oder stumpf und ebenso die Lappen sein können.

Im kleinen Lappen, mehr gegen rückwärts gelagert, erblickt man das Pyrenoid, das stets in der Einzahl angetroffen wurde. Bei Anwendung der oben angegebenen Tinktionen färbt sich der zentrale Teil intensiv, während der Stärkering sich wenig oder gar nicht färbt (Fig. 5, 7, 8).

Den roten Pigmentfleck trifft man nur ausnahmsweise dem Rande des Chromatophors genähert oder, wie man sich gewöhnlich auszudrücken pflegt, an der Grenze zwischen Chromatophor und dem farblosen Teile. Regel ist vielmehr, daß er auf dem großen Lappen des Chromatophors, gegen die Mitte mehr oder weniger gerückt, anzutreffen ist. Seine Form ist mehr oval als rund, die Größe beträchtlich und höckerartig ragt er über die Oberfläche hervor (Fig. 1 bis 8). An den im Absterben begriffenen oder durch Zusatz von Glycerin getöteten und dabei etwas kontrahierten Gameten (ebenso bei den Schwärmsporen) läßt sich erkennen, daß unter der Pigmentschicht ein linsenartiger Körper liegt, den ich durch keine der oben angegebenen Farben tingieren konnte und der ebenso homogen wie bei den Gameten von *Cladophora* erscheint. Die Pigmentosa dagegen färbt sich mit Gentianaviolett, Kristallviolett und Hämatoxylin sehr schön, wobei eine Maschenstruktur auf das deutlichste sichtbar wird (Fig. 7, 8).

Bei starker Vergrößerung erkennt man, daß eine feinmaschige, offenbar plasmatische Grundsubstanz vorliegt, in welche das rote Pigment eingelagert ist (Fig. 6). Der Bau

stimmt mit dem vieler Mastigophoren, entsprechend den Untersuchungen von R. Francé[1] überein; doch war ich nicht im stande, aus Paramylum oder Amylum bestehende Körnchen aufzufinden, wie dies Francé angibt und zeichnet. Zwar traten bei länger unter dem Deckglas liegenden Gameten den Francéschen Abbildungen (Taf. VIII, Abb. 24) entsprechende Bilder auf, allein eine nähere Betrachtung und Untersuchung brachte mir die Überzeugung, daß hier nur Gasbläschen auftraten.

Zur Biologie der Ulva-Gameten.

Wie schon oben erwähnt wurde, schwärmen die Gameten früh morgens zwischen $^1/_2 5$ und $^1/_2 6$ Uhr aus den Zellen durch eine runde Öffnung heraus. Zunächst sind sie im Wasser des Kulturgefäßes gleichmäßig verteilt, so daß das Wasser grünlich verfärbt erscheint. Beim Ausschwärmen bemerkt man, wie die Gameten gleichsam wie ein zartes Rauchwölkchen aus den sie produzierenden Thalluspartien aufsteigen und sich dann weiter oben im Wasser des Kulturgefäßes zerstreuen. Haben dann nach Ablauf von einer halben Stunde alle Thalluspartien ihre reifen Gameten entlassen, so bilden sich alsbald grünliche Wolken oder Wolkenstreifen, die sich gegen die dem Fenster zugekehrte Seite der Glasgefäße bewegen und sich hier ansetzen.

Von diesem gewöhnlichen Laufe der Dinge konnte ich mehrmals eine bemerkenswerte Abweichung konstatieren. Unter den 46 Tagen im September und Oktober 1907, an denen Gametenentwicklung beobachtet wurde, waren einige infolge Sciroccowetter durch überaus große Luftfeuchtigkeit, Wärme und Nebelbildung ausgezeichnet. Zufolge der Nebelbildung herrschte in den Aquarien bis gegen Mittag förmliche Dämmerung. An diesen Tagen beobachtete man zwar auch in einigen Gläsern das Ausschwärmen zur gewöhnlichen Zeit, der größte Teil der Gameten dagegen erschien erst gegen Mittag, in manchen Fällen erst um 2 Uhr. Ähnliches berichten über

[1] Zur Morphologie und Physiologie der Stigmata der Mastigophoren. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. 56 (1903), p. 138.

Verzögerung der Entleerung der Schwärmer Thuret[1] und Braun.[2]

Nach den Arbeiten von Cohn,[3] Famintzin,[4] Strasburger,[5] Stahl[6] wissen wir, daß die beweglichen und überhaupt auf das Licht reagierenden Fortpflanzungszellen der Algen positive und negative phototaktische Bewegungen auszuführen im stande sind und daß sie bei erreichtem Optimum der Lichtintensität in einen indifferenten Zustand kommen. Wir wissen ferner, daß Ansammlungen von Schwärmern an allen jenen Stellen stattfinden, die eine dem Optimum sich am meisten nähernde Lichtmenge aufweisen. Alle diese Erscheinungen lassen sich bei den *Ulva*-Gameten ausgezeichnet verfolgen. So sieht man, wie sie alsbald nach ihrer Geburt die jeweilig am hellsten beleuchtete Stelle der Glaswand der Aquarien einnehmen, daß sie diese bei Verdunkelung eilig verlassen, um die ihnen hellste Partie aufzusuchen u. dgl.

Der Indifferenzpunkt ist nach der negativen Seite ziemlich eng begrenzt, denn es genügt, den Schatten der Hand auf die von den Gameten bedeckte Stelle fallen zu lassen, um sie zu vertreiben; dagegen vertragen sie selbst sehr hohe Lichtintensitäten. Ich konnte die kleinen Kulturgefäße bis unmittelbar an das Fenster bringen oder die Strahlen der Sonne auffallen lassen, gleichwohl waren die Gameten zum Verlassen ihres Platzes nicht zu bewegen. Ihr Optimum muß demnach sehr hoch liegen, was auch daraus ersichtlich ist, daß ich Licht mit Hilfe eines Spiegels auffallen ließ, was aber nur zur Folge

---

[1] L. c., p. 247.

[2] Braun, Verjüngung (1851), p. 231 (nach Strasburger, Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen, p. 565).

[3] F. Cohn, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. IV (1852), p. 111.

[4] A. Famintzin, Wirkung des Lichtes auf Algen und einige andere ihnen nahe verwandte Organismen. Pringsheim's Jahrb., 6 (1867), p. 1 ff.

[5] E. Strasburger, Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen. Jen. Zeitschrift für Naturw., XII (1878), p. 551.

[6] E. Stahl, Über den Einfluß des Lichtes auf die Bewegung der Desmidien nebst Bemerkungen über den richtenden Einfluß des Lichtes auf Schwärmsporen. Verh. d. physik.-med. Ges. Würzburg, 1880, N. F. XIV, p. 24.

hatte, daß sich an dieser Stelle bald ein Klumpen von Gameten angehäuft hatte. Daraus ging auch hervor, daß sie in den Aquarien und Kulturgefäßen ihr Optimum der Lichtintensität niemals fanden.

Es geben demnach die Gameten von *Ulva* ein prächtiges Material zur Demonstration der phototaktischen Erscheinungen ab,[1] das hinter *Ulothrix* nicht zurückbleibt und das man sich während eines großen Teiles des Jahres verhältnismäßig leicht verschaffen kann. Denn die Entwicklung der Schwärmsporen und Gameten findet selbst in nördlicheren Meeren von Mitte März bis Ende Oktober statt. Da jene in ungeheuren Mengen entwickelt werden, eignen sich *Ulva*-Schwärmer (desgleichen auch *Enteromorpha*-Schwärmer, respektive Gameten) besser als die von *Ulothrix* dazu, ihr Verhalten gegen das Licht auch vor einem großen Publikum zu demonstrieren.

Beispielsweise konnte auf weite Entfernung das bekannte Experiment gezeigt werden, wie durch Ankleben eines schwarzen Papieres an die mit Gameten dicht besetzte Glasscheibe des Aquariums sich diese sofort in Form einer grünen Wolke erhoben, um dem Lichtmangel zu entfliehen, und der Erfolg der »Falle« stellte sich rascher und deutlicher ein als bei *Ulothrix*. Eine eingehende Untersuchung des Verhaltens der *Ulva*-Gameten zum Lichte hielt ich mit Rücksicht auf die Strasburger'sche Arbeit und den Zweck meiner Untersuchungen für überflüssig.

In den Ansammlungen an den hellsten Stellen der Glaswände der Kulturbehälter sind die einzelnen Individuen tagsüber überaus beweglich, sie wimmeln durcheinander, lassen sich für Augenblicke bald hier, bald dort nieder und man konstatiert dabei leicht, daß der Pigmentfleck fast regelmäßig dem einfallenden Lichte zugewendet ist. Gegen Abend wird die Lebhaftigkeit der nicht zur Kopulation gelangten Schwärmer kaum erheblich geringer. Nebst der fortschreitenden Bewegung lassen sich auch bei unseren Gameten noch zwei andere Arten

---

[1] Strasburger gibt in seiner oben zitierten Arbeit über die Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen an, daß bei *Ulva*-Schwärmern weder Nachwirkungen noch Erschütterungen zu beobachten waren (p. 624).

unterscheiden.[1] Bei der einen wird das eine Ende einer Geißel am Substrate befestigt und so gewissermaßen wie Turner an einem Arme aufgehängt vollführen die Gameten kreisförmige Bewegungen, »Riesenwellen«.[2] Das Zustandekommen dieser Bewegung ist schwierig zu erklären. Bedenkt man, daß der Körper des Gameten an der den Körper an Länge fast zweimal übertreffenden Cilie aufgehängt ist, so muß bei der außerordentlich schnellen Drehung die Fliehkraft eine sehr große sein und angenommen werden, daß das Cilienende von zähflüssig-klebriger Beschaffenheit ist und fest anhaften kann; denn andere in den Bereich des voltigierenden Gameten kommende Körperchen oder Gameten werden einfach zur Seite geschleudert. Aber wenn man im nächsten Augenblicke den Gameten davonfliehen sieht, muß man sich unwillkürlich fragen, wie er seine Cilie frei bekommt, wenn sie von zähflüssig-klebriger Beschaffenheit ist?

Neben dieser Bewegungsweise sah man noch eine zweite, die mir bei den Zoosporen und Gameten anderer Algen noch nicht untergekommen ist. Während derselben waren die Gameten lediglich mit dem Kinoplasma-Köpfchen am Deckglas der feuchten Kammer befestigt und sie benützten die Cilien, die lebhaft schlagende Bewegungen ausführten, zu einer kreiselartigen Drehung. Mag nun hier die Befestigung des kinoplasmatischen Köpfchens auf diese oder jene Art bewirkt werden, so steht das eine fest, daß eine beträchtliche Kraft notwendig sein wird, um die Adhäsion der nicht unbedeutenden Fläche des Köpfchens zu überwinden.

Die Gameten, denen vom Schicksal eine Kopulation nicht gegönnt war — es ist jederzeit ein beträchtlicher Teil — sowie jene Kopulationsstadien, die ihre Cilien noch nicht ganz eingezogen haben, verlassen bei Sonnenuntergang ihre tagsüber eingenommenen Plätze und finden sich nach einiger Zeit am Grunde der Kulturgefäße. Auf den hier liegenden Objektträgern

---

[1] Siehe die p. 1699 zitierte Literatur und Berthold, Protoplasmamechanik, Leipzig 1886.

[2] Kuckuck P. (Über Schwärmsporenbildung bei den Tilopterideen und über *Choristocarpus tenellus*. Pringsh. Jahrb. 1895, 28. Bd.) spricht von einer gleichen Bewegung bei Schwärmsporen. Siehe Abbild. p. 294.

konnte man sehen, wie sie sich während der Nachtstunden abrunden und eine sehr zarte Membran ausscheiden, die Gameten ebenso wie die Kopulationsprodukte.

Auch Areschoug[1] berichtet, daß die Gameten von *Enteromorpha compressa* gegen Abend ihren tagsüber eingenommenen Platz verlassen und zur Ruhe gelangen. Dagegen muß ich in diesem Verhalten der Gameten einen Widerspruch mit den Angaben Strasburger's[2] sehen, der angibt, »daß sich im Dunkeln die phototaktischen Schwärmer nicht zur Ruhe setzen, es sei denn, daß sie geschlechtlich differenziert seien und in der Bildung der Geschlechtsprodukte aufgehen. Sonst fahren die Schwärmer fort sich zu bewegen, bis sie zu Grunde gehen«.

Um die Kopulation beobachten zu können, untersuchte ich das nach je zwei Stunden frisch aus den Kulturgefäßen geholte Gametenmaterial während des ganzen Tages im Hängetropfen. Es zeigte sich, daß bis gegen 9^h a. m. Kopulationen spärlich stattfanden. Erst nach dieser Zeit treten sie immer häufiger auf, erreichen ihr Maximum zwischen 11^h bis 2^h, um dann gegen Abend immer spärlicher zu werden und ganz aufzuhören. Doch kommen Abweichungen vor.

Kopulationen können aber auch innerhalb der Mutterzelle, also zwischen Geschwistergameten selbst stattfinden. Man sieht dies zahlreich an trüben Tagen, an welchen, wie oben bemerkt wurde, die Geburt der Gameten eine Verzögerung bis zu 8 Stunden erfahren kann. Ob aber diese Zygoten die Fähigkeit zu normaler Weiterentwicklung besitzen, ließ sich nicht feststellen, da die Ulvenstücke, in deren Zellen sich die Zygoten befanden, sich alsbald zersetzten, so daß nur bis zur Anlage der Membran die Beobachtungen möglich waren.

Die Anzahl der kopulierenden Gameten war an den einzelnen Tagen eine verschiedene, stets aber blieben freie Gameten übrig, ja es gab unter den 46 Beobachtungstagen 12 Tage, an denen fast gar keine Kopulationen stattfanden. Ähnliches beobachtete auch Areschoug[3] bei *Ent. compressa*.

---

[1] J. E. Areschoug, De copulacione Mikrozoosporarum Enteromorphae compressae. Botan. Notiser, 1876, Nr. 5, p. 131.

[2] Strasburger, Wirkung des Lichtes etc., p. 624.

[3] L. c., p. 134.

Er berichtet, daß an einzelnen Tagen fast alle Gameten, an anderen dagegen fast gar keine kopulierten. Zur Erklärung dieser ihm höchst merkwürdigen Tatsache nimmt er an, daß die Gameten männlich und weiblich sind; die Weiterentwicklung der frei gebliebenen Gameten konnte genannter Forscher nicht verfolgen, da sie in seinen Kulturen zu Grunde gingen. Indem ich auf diese Erscheinungen späterhin noch zurückkommen werde, möchte ich mit Rücksicht auf die interessanten Resultate von Klebs[1] gleich betonen, daß ich äußere Faktoren nicht verantwortlich machen konnte, daß an einzelnen Tagen fast alle Gameten, an anderen $^1/_3$, wieder an anderen gar keine kopulierten.

Die Art und Weise des Kopulationsvorganges bietet Besonderheiten nicht. Auch finden sich alle jene Variationen, die Areschoug für *Enteromorpha*, Reinke und Chodat für *Monostroma*, Kuckuck, Berthold und Oltmanns für verschiedene Gattungen der Phäophyceen angeben.

Offenbar ist in kleinen Kulturgefäßen den Schwärmern die Möglichkeit zur Kopulation leicht geboten, da sie durch die Phototaxis auf einem kleinen Raume sich ansammeln. Die phototaktischen Erscheinungen sind nach vielen Richtungen eingehend studiert worden; dabei ist aber die Frage nach dem eigentlichen biologischen Zwecke derselben, soweit ich aus der Literatur und dem Oltmann'schen Algenbuche mich orientieren konnte, weniger berücksichtigt worden.

Das eine steht seit langem fest, daß die beweglichen, mit Chromatophoren versehenen Fortpflanzungszellen durch ihre phototaktischen Eigenschaften jederzeit leicht in eine der Assimilation günstige Position gelangen können. Daß eine nicht unbedeutende Assimilation bei den *Ulva*-Gameten vorhanden war, davon überzeugte ich mich, indem ich große Mengen auf die Cori'schen Planktonschalen brachte, was mir die Möglichkeit der Beobachtung der am Lichtrande angesammelten Gameten bei hinreichend starker Vergrößerung bot, wobei oberhalb der Gametenansammlungen an der Wasseroberfläche

[1] Zur Physiologie der Fortpflanzung. Biolog. Zentralblatt, 1889, IX, p. 6. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen, Jena 1896.

kleine Gasbläschen erschienen, die an einer zweiten in derselben Weise mit reinem Wasser gefüllten Schale nicht auftraten. Allein die Assimilation kann nur von nebensächlicher Bedeutung sein, da es Schwärmer bei anderen Algengruppen ohne Chromatophor gibt, die aber sonst ganz »wie gefärbte reagieren«.[1] Und so muß zweifellos der tiefere Grund der durch die Phototaxis bewirkten Schwärmeransammlungen darin liegen, daß die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens zweier zur Kopulation geeigneter Gameten, überhaupt analoger Fortpflanzungszellen, eine unendlich große wird; außerdem werden die graduellen Unterschiede im Lichtbedürfnisse der Gameten und Zoosporen bei den einzelnen Gattungen und Arten eine entsprechende vertikale Verteilung im Wasser bewirken.

Da es mir wünschenswert erschien, das auf den vorausgehenden Seiten nach den Beobachtungen in den Aquarien und Gefäßen geschilderte biologische Verhalten der *Ulva*-Gameten auch womöglich im Meere selbst zu beobachten, suchte ich beim Leuchtturm in Triest ruhige Stellen auf, an denen sich Ulven fast allein vorfanden. Besonders interessierte mich eine Stelle, an welcher sich angeschwemmte riesige Exemplare von *Ulva Lactuca* vorfanden. In diese *Ulva*-Massen wurden helle Kalksteine gelegt, die zuvor mit einer Bürste abgerieben worden waren. Die Tiefe betrug zwischen 30 *cm* und $1^1/_2$ *m*. Wiederholt waren am Morgen diese Steine mit einem dichten grünen Überzuge bedeckt, von dem eine Probe, mit einer Pipette unter Wasser genommen, bei der mikroskopischen Untersuchung sich als *Ulva*-Gameten nebst einigen vierciligen Schwärmsporen erwies. Mit Hilfe des Fensterkastens konnte man auch leicht sehen, daß der grüne Überzug vom Steine rasch verschwand, wenn man durch einen an einer Schnur hinabgelassenen Stein den ersten beschattete, und daß die grüne Gametenmasse sich alsbald auf einem daneben hingelegten dritten Stein niederließ. Wertvoll war mir ferner die Beobachtung, daß die Gameten auch im Meere geradeso wie in meinen Kulturgefäßen bei eintretender Dunkelheit die Steine offenbar verlassen hatten, da diese am nächsten Morgen ab-

[1] Strasburger, Wirkung des Lichtes etc., p. 623.

gerundete Gameten und Zygoten in weit geringerem Maße trugen als am Abend vorher. Die sich parthenogenetisch weiterentwickelnden Gameten sowie die Zygoten lieferten mir auch das Kontrollmaterial für die in meinen Kulturen sich entwickelnden Keimpflanzen.

Keimung und Entwicklung der Zygoten und Gameten.

Areschoug[1] beobachtete meines Wissens als erster in den Jahren 1875 und 1876 Kopulation in der Familie der Ulvaceen bei *Enteromorpha compressa*. Aus seinen Arbeiten ersieht man, daß die Zygosporen sich schon am zweiten Tage mit einer dicken Membran umgeben und zu Dauersporen werden. Vor ihm hatte Thuret[2] die Entwicklung der Zoosporen und Gameten von *Enteromorpha (Ulva)* geschildert, diese abgebildet und beschrieben. Dann haben Dodel-Port[3] 1877 die Kopulation und Entwicklung der Gameten bei *Enteromorpha clathrata*, Strasburger[4] 1878 die Kopulation bei *Enteromorpha compressa*, Reinke[5] 1878 und Chodat[6] 1894 die Kopulation und Entwicklung der Zygoten bei *Monostroma bullosum* studiert und sind zum Teil zu verschiedenen Resultaten gekommen.

Reinke[7] bemerkte Gameten bei *Ulva rigida* im Oktober 1875 zu Neapel, ohne aber eine Kopulation eintreten zu sehen. Nach seinen Angaben brachte er die *Ulva*-Pflanzen in besondere Glasbehälter und nach Verlauf einiger Zeit zeigten sich an den Wänden des Behälters zahlreiche grüne Flecken, die aus kugeligen Zellen bestanden. Von diesen Zellen kann Reinke nicht genau angeben, ob sie tatsächlich durch Kopulation von

---

[1] Areschoug, l. c., p. 134. — Observ. phyc. II, p. 9.

[2] G. Thuret, Recherches sur les zoospores des algues etc., p. 240 ff.

[3] Dodel-Port, Über Paarung von Schwärmsporen bei *Enteromorpha clathrata*. Verh. d. 50. Vers. deutscher Naturf. und Ärzte in München, 1877.

[4] E. Strasburger, Wirkung der Wärme etc., p. 560.

[5] Reinke, Über *Monostroma bullosum* Thur. und *Tetraspora lubrica* Kütz., Pringsh. Jahrbuch, 1878, XI, p. 531.

[6] Chodat, Remarques sur le *Monostroma bullosum* Thur. Bull. soc. bot. de France, 1894, p. 134.

[7] L. c., p. 540, 541.

Mikrozoosporen entstandene Dauersporen waren. Er nahm sie in Kultur und bemerkte, daß sie langsam an Größe zunahmen und namentlich an Dicke der Zellwände. Erst im März 1876 sproßte aus jeder Spore ein neues *Ulva*-Pflänzchen hervor; dabei streckten sich die Zellen in die Länge und teilten durch eine Wand sich in zwei Zellen, deren eine die Basalzelle des Pflänzchens war, die eine Wurzelhyphe entwickelte, während die andere als Scheitelzelle einen kurzen Zellfaden durch Querteilungen erzeugte. Von diesen Reinke'schen kurzen Angaben abgesehen, ist mir keine Arbeit über die Weiterentwicklung der Zygoten von *Ulva* bekannt geworden und Oltmann's, I. Bd., p. 207, bemerkt, daß über das Schicksal der Zygoten außer bei *Monostroma* und *Enteromorpha* in der Familie der Ulvaceen nichts bekannt ist.

Die nach dem Verluste der Cilien zur Ruhe gekommenen Zygoten runden sich rasch und bereits nach 2 bis 3 Stunden nach erfolgter Kopulation nimmt man eine zarte Membran wahr, die nie eine besondere Dicke erreicht (Fig. 11, 12), was darauf hindeutete, daß die Zygoten nicht zu Dauersporen umgewandelt würden, was Reinke beobachtete, sondern ihre Keimung rasch einsetzen würde. Die Zygoten besitzen bereits nach zwei Stunden fast vollständig verschmolzene Chromatophoren und jener für die Zygoten von *Monostroma* nach den hübschen Zeichnungen von Reinke[1] so charakteristische Streifen farblosen Protoplasmas, der die beiden Chromatophoren trennt, kam niemals vor. Dagegen erhalten sich auch hier die beiden Pigmentflecke noch 15 bis 24 Stunden lang, verblassen dann langsam und verschwinden, ohne miteinander zu verschmelzen. Die unmittelbar nach der Kopulation überhaupt nicht oder doch nur schwer sichtbaren Pyrenoide treten bei einem Alter der Zygoten von 12 Stunden schon deutlicher hervor; eine Verschmelzung tritt nicht ein (Fig. 11, 12).

20 Stunden alte Zygoten (Fig. 12, 13) zeigen bereits eine Polarisierung, denn man kann deutlich einen etwas vorgewölbten und weniger gefärbten Teil von einem abgerundeten und lebhaft grün gefärbten unterscheiden (Fig. 12). Durch

[1] Reinke, l. c., p. 536, 537, Taf. XXVIII, Fig. 5.

eine Querwand zerfällt die Zygote in zwei meist ungleich große Hälften, von denen die kleinere zum Rhizoid, die andere zur Mutterzelle des Zellfadens wird (Fig. 12, 13). Diese erste Teilung tritt frühestens nach 36 Stunden von der Geburt der Gameten an gerechnet ein. Das Rhizoid — ich nenne es vorweggreifend das primäre Rhizoid — streckt sich stark in die Länge, ist oben mit Chromatophor versehen, unten dagegen farblos (Fig. 14, 15, 16). Es teilt sich hin und wieder noch einmal (Fig. 15), worauf die untere Zelle fast gar nicht grün gefärbt erscheint. Haben diese Stadien ein Alter von 3 bis $3^1/_2$ Tagen erreicht, so beginnt sich die lebhaft grün gefärbte Mutterzelle des künftigen Thallus zu teilen. Es wird eine Querwand gebildet (Fig. 15), der während der kommenden Nacht zwei weitere folgen, so daß nun der entstehende Zellfaden vier Zellen besitzt (Fig. 16). Sind späterhin durch Querteilung wenigstens acht Zellen gebildet worden, so setzen Längsteilungen ein (Fig. 17). Das fernere Wachstum geht außerordentlich rasch vor sich, da alle Zellen interkalarer Teilungen fähig sind und Längsteilung auch in der Scheitelzelle eintreten. Die ferneren Teilungen lassen eine bestimmte Orientierung nicht mehr erkennen. Durch Teilungen parallel zur Fläche wird der Thallus zweischichtig.

Das Primärrhizoid wächst nur durch kurze Zeit, etwa so lange, bis der Zellfaden aus zirka 16 Zelletagen besteht, und erreicht während dieser Zeit im Maximum eine Länge von 0·1 *mm*. Es kriecht auf dem Substrate unter vielfachen Krümmungen. Jetzt hört das Wachstum auf, ja es stirbt sogar das Rhizoid von der Spitze angefangen langsam ab, was sich zunächst darin äußert, daß der farblose Inhalt körnig und stark lichtbrechend wird. Diese Umwandlung greift rasch auch auf den oberen Teil des Primärrhizoids über; es wird zu einer zähen Gallerte, dabei flacht es sich ab und breitet sich kuchenförmig auf der Unterlage aus (Fig. 18, 21 bis 26). Auf diese geschilderte Weise wird offenbar das Bedürfnis des rasch wachsenden Zellfadens nach stärkerer Befestigung erfüllt. Allein schon nach 5 bis 6 Tagen wird der definitive Befestigungsapparat, die sekundären Rhizoiden (Rhizinen, Hyphen), angelegt.

Verfolgt man ihre Entwicklung etwas genauer, so bemerkt man, daß die zwei untersten Zellen des Zellfadens (Fig. 17, 18) mißfarbig werden und zu Grunde gehen, während die folgenden Zellen sich ganz bedeutend in die Länge strecken (Fig. 22 bis 25), bis sie mit dem Substrat in Berührung kommen; dabei werden sie im unteren spitz schlauchförmigen Teile fast farblos. Die weiter oben befindlichen Zellen entsenden der Reihe nach aus ihrer unteren Hälfte Fortsätze (Fig. 21 bis 25), die sich abwärts wenden. Ist der Thallus bereits zweischichtig, so wenden die Rhizoiden sich einwärts gegen die Thallusmitte und wachsen zwischen den beiden Zellschichten nach abwärts, indem sie mechanisch diese auseinander drängen. Gleichzeitig verdickt sich die Membran der Rhizoiden stark und diese werden so für ihre mechanische Funktion tauglich.

Mit der energisch fortschreitenden Entwicklung des Zellfadens hält das Wachstum der Cuticula nicht gleichen Stand. Durch Absonderung von Schleim wird die Cuticula abgehoben und dabei bauchig oder kugelig aufgetrieben (Fig. 19). Das Zerreißen wird durch kurze Zeit zufolge der außerordentlich großen Dehnbarkeit der Membran aufgehalten, sobald sie aber allseitig vom Zellfaden abgehoben ist, zerreißt sie an einer beliebigen Stelle (Fig. 20). Dieses Abwerfen der Cuticula wiederholt sich bei derselben Pflanze mehrmals. Die neue Cuticula ist regelmäßig fertig, sobald die alte sich abzuheben beginnt.

Die großen oben erwähnten schlauchförmigen Zellen, die, wie wir oben sahen, zu den sekundären Rhizoiden (Rhizinen) werden, überraschten mich durch ihre Fähigkeit, einen neuen Zellfaden bilden zu können (Fig. 21, 22). Sie sind stets reichlich mit Inhalt und mit Chromatophoren versehen; ihre Größe ist sehr bedeutend (Fig. 21). Indem sie noch an Länge zunehmen, während ihre obere Hälfte sich erweitert, bewirken sie eine seitliche Ausstülpung der Membran der Mutterpflanze (Fig. 21, 22) und durch alsbald einsetzende Querteilungen, denen rasch Längsteilungen folgen, werden alle jene Stadien durchlaufen, die die Mutterpflanze schon durchgemacht hat. Es liegen dann um das größere Mutterpflänzchen eine verschiedene Anzahl von Tochterpflanzen (Fig. 26). Diese Entstehung neuer Zell-

fäden durch Teilungen von Rhizoidzellen möge mit Rhizoidsprossung bezeichnet werden. Dabei bleibt entsprechend dem in Fig. 22, 25 dargestellten Falle der neue Zellfaden mit der Mutterpflanze zunächst verwachsen, um erst beim weiteren Wachstum aus derselben hervorzutreten. So hat (Fig. 26 rechts und 22) eine Rhizoidzelle durch zweimalige Teilung 4, respektive 6 Zellen geliefert, die unterdessen nur eine seitliche Ausstülpung der primären Pflanze hervorgerufen haben. Die Frage, ob wir es bei einem vorliegenden Büschel von Pflänzchen mit Primärpflanzen oder mit Rhizoidsprossungen zu tun haben, kann nicht immer ohne weiteres beantwortet werden. Denn die zur Ruhe und Keimung kommenden Zygosporen und Gameten, wie wir bezüglich dieser später sehen werden, bedeckten die Wände der Kulturgefäße und die in dieselben hineingelegten Objektträger mit einem so dichten grünen Überzuge, daß die Keimlinge aufeinander zu liegen kamen, die Rhizoiden sich berührten und verflochten. Man muß demnach bei der Beurteilung, ob durch Rhizoidsprossung entstandene Zellfäden vorliegen, von der beobachteten Entwicklung einzelner Keimlinge ausgehen. Dies läßt sich unschwer auf jenen Objektträgern verfolgen, auf denen nur wenige Keimlinge durch hinreichend große Zwischenräume voneinander getrennt sich entwickeln.

Durch die geschilderte Aussprossung von sekundären Rhizoiden kommt eine Scheinverzweigung zu stande, auf die teilweise die basalen Ausbuchtungen vieler Ulvenexemplare zurückzuführen sind, die bisweilen eine beträchtliche Größe erreichen und im Habitus dem Hauptthallus gleichen (Fig. 27).

Kützing[1] hat viele von diesen gelappten Formen von *Ulva* als eigene Arten beschrieben, die von späteren Algologen aufgelassen wurden. Daß dies berechtigt war, geht daraus hervor, daß in ein und derselben Kultur bald gar keine, bald zahlreiche Rhizoidsprossungen bei den einzelnen jungen Pflänzchen vorkommen.

---

[1] Kützing, Spez. Alg., p. 475 bis 477. Tabulae phyc., VI, Tab. 22 bis 24.

In meinen Kulturen konnte ich auch eine echte Verzweigung konstatieren. So wird die Zelle (*a* Fig. 24, 26) zu einer Scheitelzelle, die durch eine schräge Wand eine Zelle seitlich abgegliedert hat,[1] welche durch weitere Teilungen einen Seitenzweig gebildet, in dem der Wachstumsmodus genau so vorschreitet wie im Hauptsproß; er wird mithin ebenfalls flach und zweischichtig. Solche Stadien gleichen den jungen *Enteromorpha*-Pflänzchen vollkommen und sind der klarste Ausdruck der engsten Verwandtschaft dieser beiden Gattungen, die sich in ihren Jugendstadien nicht unterscheiden lassen.

Schon auf p. 1702 wurde erwähnt, daß die Anzahl der kopulierenden Gameten an den einzelnen Beobachtungstagen eine sehr wechselnde war. Das ging in extremen Fällen so weit (es wurden 14 beobachtet unter 46 Beobachtungstagen), daß fast gar keine Kopulationen stattfanden, und trotzdem sah man am nächsten Tage um die abgerundeten und durch den einen roten Augenfleck leicht erkennbaren Gameten eine zarte Membran entwickelt. Die Keimung trat frühestens am dritten Tage nach der Geburt, gewöhnlich aber am vierten Tage ein, während im übrigen die Zellteilung, die Entwicklung des primären und der sekundären Rhizoiden und der übrigen für die Zygoten geschilderten Entwicklungserscheinungen gleichartig verlaufen. Es liegt somit bei den *Ulva*-Gameten Parthenogenese vor, die sich nach dem oben Gesagten auf äußere Ursachen nicht zurückführen läßt.

Den von Areschoug beobachteten Riesengameten von *Enteromorpha compressa* stehen gleiche Formen bei *Ulva* gegenüber und diese gehen wie jene, ohne zu keimen, rasch zu Grunde.

Demnach können wir bei *Ulva* und *Enteromorpha* drei Gametenformen unterscheiden:

1. solche, die durch übermäßige Größe ausgezeichnet und kopulations- und entwicklungsunfähig sind (Riesengameten, Makrogameten);

---

[1] Also ganz so, wie bei der Gattung *Enteromorpha* die Seitenzweige entstehen.

2. Gameten von mittlerer Größe, die, ohne zu kopulieren, keimen und eine normale Pflanze erzeugen (Parthenogameten);

3. Gameten, die kleiner als die Parthenogameten sind, kopulieren und erst dann eine neue Pflanze hervorbringen (Mikrogameten).

Durch ihre Größenunterschiede sind diese angegebenen Formen wohl charakterisiert[1] und finden ihre Erklärung in dem Umstande, daß sie in den Zellen zu 4, 8 oder 16 entstehen. Daraus ergibt sich ungezwungen eine Erklärung für das verschiedene Verhalten der drei Formen.

Zunächst möge es gestattet sein, an die wichtigen Entdeckungen von Gerasimoff[2] zu erinnern, dem es gelang, bei Spirogyra durch Kältewirkungen die Zellteilung so zu modifizieren, daß das eine Teilprodukt keinen Kern erhielt, das andere dagegen beide Kerne oder einen Kern von doppelter Masse. So entstanden Spirogyrafäden, bei denen sowohl die Kerne als auch die Zellen selbst bedeutend größer sind als bei normalen Zellkörpern. Diese Versuche ergeben, daß bei Zellen von gleicher morphologischer Bedeutung die Halbierung der Kernmasse zu Zellen von halber Größe führt, eine Verdoppelung der Kernmasse dagegen eine Vergrößerung der Zelldimensionen zur Folge hat. Dasselbe gilt für tierische Zellen nach den Versuchen von Boveri[3] an Seeigeleiern. Hertwig[4] zog aus diesen Ergebnissen den Schluß, daß in jeder Zelle normalerweise eine bestimmte Korrelation von Kern- und Plasmamasse besteht (Kern-Plasmarelation). Daß diese Relation ganz besonders für die der Fortpflanzung dienenden Zellen

---

[1] Auch ihre Lichtempfindlichkeit kann Unterschiede aufweisen (Areschoug).

[2] Gerasimoff, Über den Einfluß des Kernes auf das Wachstum der Zelle, Moskau 1901. — Die Abhängigkeit der Größe der Zelle von der Menge der Kernmasse. Zeitschrift für allgem. Phys., Bd. I.

[3] Boveri, Über mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkerns. Verh. d. mediz. phys. Gesellsch., Würzburg, N. F. Bd. 35.

[4] R. Hertwig, Über Korrelation von Zell- und Kerngröße. Biolog. Zentralbl., Bd. XXIII, 1903. — Über das Problem der sexuellen Differenzierung. Verh. d. deutsch. zoolog. Gesellschaft auf d. 15. Jahresvers. in Breslau 1905, p. 186.

gilt, geht aus ungezählten Angaben über Vermehrung oder Verringerung von Plasma- oder Kernmasse bei der Ausbildung solcher Fortpflanzungszellen unwiderleglich hervor.

Ich nehme deshalb bei diesen Riesenformen der Gameten bei *Ulva, Enteromorpha*[1] an, daß das Verhältnis zwischen Kern- und Plasmamasse ein so ungünstiges ist, daß eine Weiterentwicklung unmöglich wird, weil sie eben nicht in einem entwicklungsfähigen Verhältnis steht.

Die Parthenogameten sind von mittlerer Größe wohl zu acht in einer Zelle entstanden, während die Mikrogameten zu 16 entwickelt werden und bedeutend kleiner sind. Es kommen demnach die Mikrogameten erst durch die Kopulation zu dem Kern-Plasmaverhältnis, das den Pathenogameten an sich schon zukommt, so daß unter diesen Gesichtspunkten deren Keimung und normale Entwicklung, ohne daß ein Kopulationsakt notwendig wäre, vor sich gehen kann, während jene desselben bedürfen.

Auf Grund der Kern-Plasmarelation läßt sich vielleicht auch ein Verständnis für das Verhalten anderer isogamer Formen der Grünalgen gewinnen. Es sei kurz erinnert, daß die Gameten von *Protosiphon, Ulothrix, Draparnaldia, Chlamydomonaden* etc. bald kopulieren, bald parthenogenetisch sich entwickeln, ohne daß äußere Ursachen vorderhand verantwortlich hiefür gemacht werden können. Bei allen diesen Formen ist die Zahl der sich in den einzelnen Zellen entwickelnden Gameten eine schwankende, ohne daß die Zellgröße hiefür als Ursache in Betracht kommt, da sie bei den Fortpflanzungszellen meist sehr konstant ist. Wenn nun auch Klebs,[2] wie beispielsweise bei *Protosiphon, Ulothrix* vollständig einwandfrei Parthenogenese durch äußere Ursachen hervorrufen konnte, so bleiben doch bei diesen und bei anderen Algen Fälle von parthenogenetischer Entwicklung übrig, die sich kaum anders als im obigen Sinne erklären lassen. Nur auf Grund der Kern-

---

[1] Solche Riesenformen sind, wie jeder Algologe weiß, auch bei anderen Grünalgen, desgleichen bei Braunalgen keine Seltenheit.

[2] G. Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung. Biolog. Zentralbl. 1889, IX, p. 6. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.

Plasmarelation ist mir das Verhalten der Mikrozoosporen von *Draparnaldia* verständlich.

Viele Vertreter der Ectocarpaceen verhalten sich nach den Untersuchungen von Berthold, Oltmanns, Sauvageau, Kuckuck, Batters ganz ähnlich wie *Ulva* und *Enteromorpha*, da diese Forscher bald Kulturen hatten, in denen zahlreiche kopulierende Gameten und nur wenige neutrale Schwärmer (Parthenogameten) vorhanden waren, bald solche, in denen die letzteren überwogen oder allein auftraten.

Wie vom cytologischen Standpunkte die Parthenogenese bei *Cutleria* aufzufassen ist, bleibt vorderhand noch unklar. Vielleicht bringt eine genaue Kenntnis des Entstehens und Verhaltens der Meiosporen und Megasporen von *Giffordia*, die als ein Übergang in der Fortpflanzung von *Ectocarpus* zu *Cutleria* aufgefaßt werden kann, Aufklärung.

Von ganz gleichen Anschauungen ging Strasburger[1] aus, um die Notwendigkeit der Kopulation der Gameten gegenüber den Schwärmsporen zu erklären, indem er darauf hinweist, daß die Teilungsvorgänge, welche ungeschlechtliche Schwärmsporen oder Gameten liefern, sich in nichts voneinander unterscheiden, daß aber jeder Teilungsschritt, der unter ein bestimmtes Maß die Teilungsprodukte herabsetzt, sie damit zu Gameten stempelt. »Das sichtbare Maß der Reduktion«, sagt Strasburger, tritt uns hier in der Verringerung der Cilienzahl entgegen. Und eine gleiche Reduktion hat, wie schon die direkte Berücksichtigung der Größenverhältnisse anzeigt, auch die Kernsubstanz und jedenfalls auch das kinetische Zentrum erfahren. Durch die Kopulation zweier Gameten wird die Summe der Cilien an der Zygote auf die Zahl der an einer ungeschlechtlichen Schwärmspore vorhandenen gebracht.« Dasselbe führt Strasburger für die Gameten von *Cladophora*[2] an. Und bezüglich der Parthenogenese bei Gameten meint der Autor,[3] daß ihr Eintritt von einer nicht zu weit gegangenen Erschöpfung der Geschlechtsprodukte durch vorausgegangene

[1] Schwärmsporen, Gameten etc., p. 96, 97.

[2] L. c., p. 98.

[3] Über Reduktionsteilung, Spindelbildung etc., p. 87.

Kern- und Zellteilung abhängen könne. Bei den drei Gametenformen von *Ulva* und *Enteromorpha* kann man sich von der verschiedenen Kerngröße leicht überzeugen und darf zweifellos auch im Strasburger'schen Sinne die winzigen Kerne der Mikrogameten durch die vorausgegangene größere Anzahl von Teilungen für so erschöpft halten, daß von ihnen die Anregung zur selbständigen Weiterentwicklung nicht ausgehen kann; hiezu ist die durch die Kopulation gewonnene doppelte Kernmasse nötig.

Setzen wir nach der Kernplasmarelation das nach der Kopulation zweier Mikrogameten in der Zygote bestehende Verhältnis der Kern- zur Plasmamasse $\frac{k}{p} = m$,

so würde in den Riesengameten $\frac{k}{p} > m$

in den Parthenogameten . . . . . $\frac{k}{p} = m$ (oder annähernd $= m$),

in den Mikrogameten . . . . . $\frac{k}{p} < m$ sein,

wobei $\frac{k}{p} > m$ und $\frac{k}{p} < m$ kein für sich allein entwicklungsfähiges Verhältnis darstellen.

Schließlich obliegt mir noch die angenehme Pflicht für Besorgung und Übersendung von Literatur folgenden Herren auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank zum Ausdruck zu bringen: Prof. Cori, Triest; Prof. R. v. Wettstein, Kustos Dr. A. Zahlbruckner und Dr. Vierhapper, Wien.

Erklärung der Figuren.[1]

Tafel I.

Fig. 1. Vergr. 1500. Gamet (Mikrogamet) von *Ulva Lactuca*. Kern sehr klein.
Fig. 2, 3. Vergr. 1500. Parthenogameten in verschiedener Lage.
Fig. 4. Vergr. 1500. Riesengamet. Kern und die beiden Körperchen sichtbar. Rechts eine Vakuole, wie bei 2.
Fig. 5. Vergr. 1500. Parthenogamet von unten mit Pyrenoid und Augenfleck.
Fig. 6. Augenfleck, Vergr. 2250.
Fig. 7. Parthenogamet, fixiert mit Chromosmiumessigsäure, Färbung Eisenhämatoxylin. Die Spitze des Blepharoplasten stark tingiert. Zwei Vakuolen, eine kleine obere und eine größere, mehr unten links gelegen sichtbar. Zwischen ihnen zwei stark tingierte Chromatinkörperchen, darunter der Kern. Unten links das Stigma mit der hyalinen linsenartigen Masse und der Pigmentosa. Rechts unten das Pyrenoid. 1800fache Vergr.
Fig. 8. Zwei verschmelzende Gameten, in denen sich die Chromatinkörperchen bereits vereinigt haben. Vergr. 2250, Färbung = Fig. 7.
Fig. 9. Parthenogamet, Vergr. 2250, Färbung = Fig. 7. Die Cilieninserierung erfolgt nicht am Grunde des Köpfchens, sondern an der Basis des stark färbbaren vorderen Teiles desselben.
Fig. 10. 24 Stunden alter Gamet, der sich abgerundet und mit Membran umgeben hat und dessen Augenfleck noch sichtbar ist. Verg. 1000.
Fig. 11. Zygote, 4 Stunden alt. Vergr. 1000.
Fig. 12. Keimende Zygoten, 2 Tage alt. Vergr. 560.
Fig. 13, 14. Vergr. 560. Keimende Zygote, 3 Tage alt.
Fig. 15, 16. Vergr. 560. Entwicklung des Primärrhizoids und des Zellfadens, 4 respektive 5 Tage alt.
Fig. 17, 18. Vergr. 500. Zellfäden, in denen bereits Längsteilungen stattfinden. Das Primärrhizoid abgestoßen, der Rest breitet sich kuchenförmig aus, 9 bis 10 Tage alt.
Fig. 19, 20. Vergr. 500. Die alte Cuticula hebt sich (19) ab und zerreißt schließlich, Fig. 20. 12 Tage alt.
Fig. 21. Vergr. 500. Zeigt die Bildung der sekundären Rhizoiden und die Rhizoidsprossung. Eben beginnt ein Rhizoid sich links etwas seitlich hervorzuwölben. Die Basalscheibe vollständig entwickelt mit körnigem Inhalt, polygonalen und streifenartig ausgezogenen Zellresten.

[1] Anmerkung: Sämtliche Zeichnungen wurden gewonnen mit Hilfe des großen Zeichenapparates nach Abbe von Zeiß.

Fig. 22. Vergr. 500. Die Rhizoidzelle hat 6 Zellen gebildet und der entstehende Faden wölbt sich aus dem Mutterfaden vor.

Tafel II.

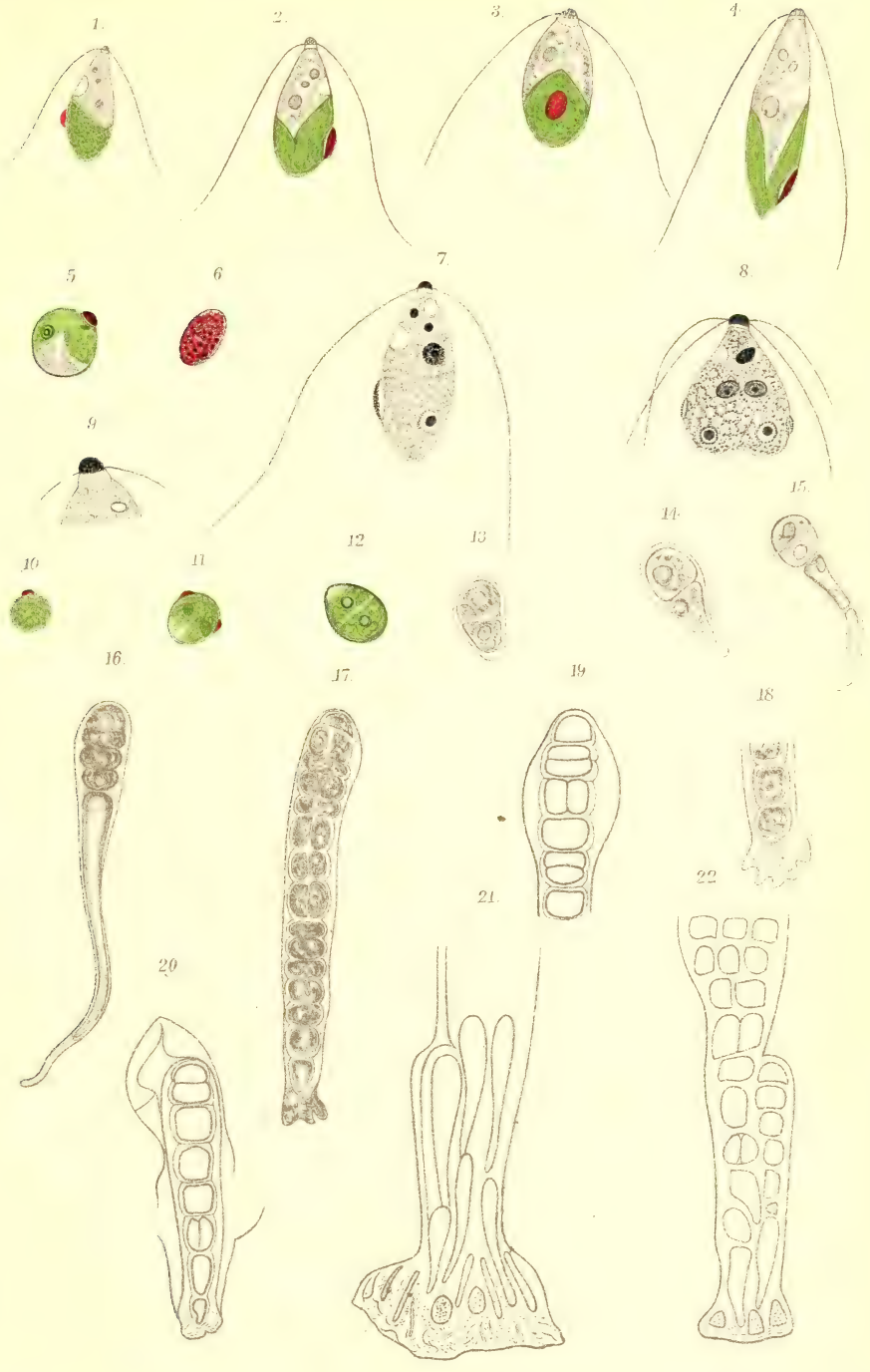
Fig. 23. Vergr. 500. Verwachsung zweier Zellfäden.

Fig. 24. Die Zelle *a* als Scheitelzelle hat einen Seitenzweig gebildet. Echte Verzweigung. Vergr. 300.

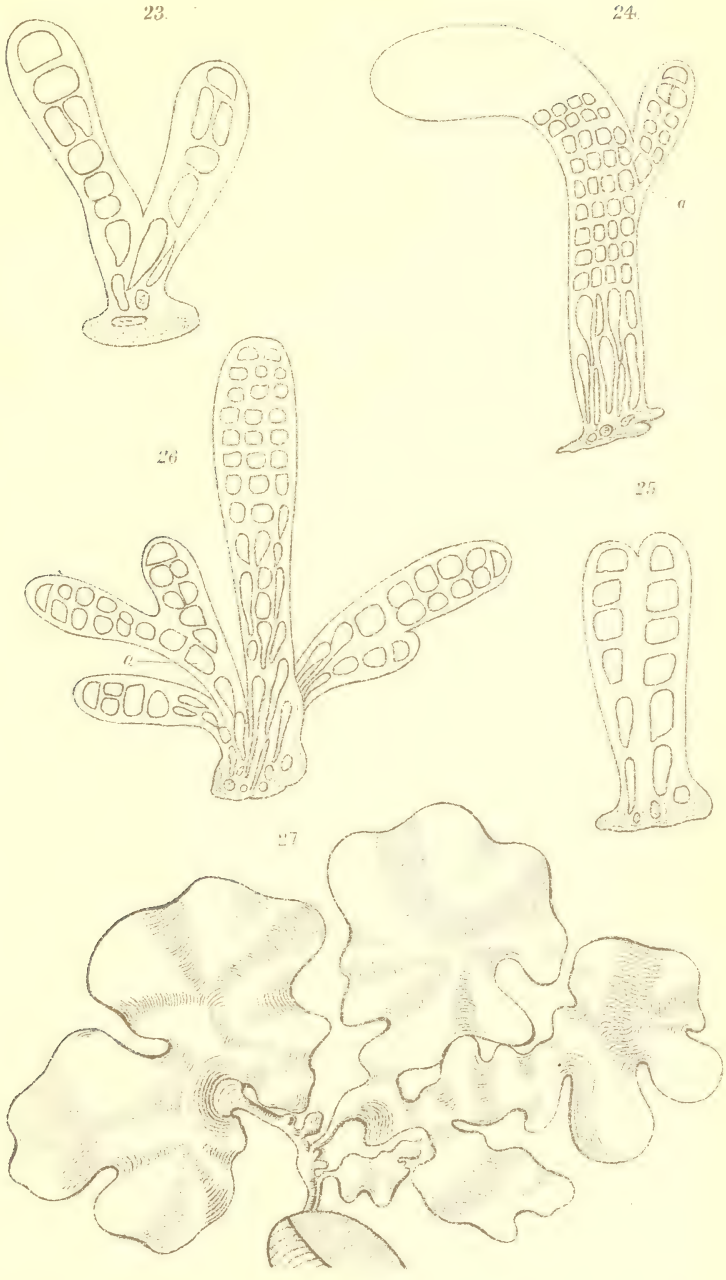
Fig. 25. Vergr. 500. Zwei benachbarte Rhizoidzellen sprossen zu Zellfäden aus; ihr Mutterzellfaden ist nicht gezeichnet.

Fig. 26. Vergr. 240. 36 Tage altes *Ulva*-Pflänzchen, das durch Rhizoidsprossung und echte Verzweigung Lappen, respektive flache Zweige bildet; *a* Scheitelzelle, welche einen Seitenzweig hat.

Fig. 27. 3 Monate alte *Ulva*-Pflanze, verkleinert.



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Geologische Studien in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen.

I.

Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Hohentauern

von

Dr. **Franz Heritsch.**

(Mit 4 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. November 1907.)

Die hohe kaiserliche Akademie der Wissenschaften hat mir aus der Boué-Stiftung eine Subvention zur Vornahme einer geologischen Aufnahme der Umgebung des Sunk gewährt, wofür ich mir erlaube, an dieser Stelle den ergebensten Dank abzustatten. Wenn ich auch heuer rein persönlicher Verhältnisse halber die mir gestellte Aufgabe nicht fertigstellen konnte, so glaube ich doch über das Wenige, das zu kartieren mir möglich war, einen kurzen Bericht schreiben zu sollen, zumal ich einen sehr großen Teil der Grauwackenzone von früher her genau kenne. Da dieser Bericht und die ihm folgenden nur den Charakter kurzer, vorläufiger Aufnahmsberichte haben, da ja eine abgeschlossene Darstellung erst am Schlusse der Aufnahmsarbeiten gegeben werden soll, so kann ich füglich von einer Erörterung der älteren Literatur absehen, zumal diese älteren Arbeiten, die mir in so vieler Beziehung ungemein nützlich waren und meine Aufnahme erleichtert haben, obwohl ihre Autoren meist auf einem ganz anderen Standpunkt stehen als ich, noch in der oben erwähnten abschließenden Darstellung einer genauen Besprechung unterzogen werden.

Um aber doch für einen größeren Leserkreis, dem die fast auf hundert Artikel angeschwollene Literatur nicht so geläufig ist, verständlich zu bleiben, will ich es kurz versuchen, einen kleinen Überblick über die geologischen Verhältnisse des jetzt

in Betracht kommenden Teiles der Grauwackenzone des Liesing- und Paltentales zu geben.

Ein genaues Studium der Literatur zeigt, daß die Geschichte der Erforschung des hier zu behandelnden Gebietes in zwei scharf zu trennende Epochen zerfällt.

Das Jahr 1883 macht einen Einschnitt, es stellt einen Wendepunkt in der Erforschung der »Grauwackenzone« dar; denn damals wurde die epochemachende Entdeckung von obercarbonischen Pflanzen in einer bisher als archäisch angesehenen Schichtserie von hochkristallinischen Schiefern gemacht. Es ist das Verdienst D. Stur's, die Pflanzenreste bestimmt zu haben.[1]

Wenn man die Literatur von 1883 durchstudiert, so findet man ein zusammenfassendes Werk in D. Stur's Geologie der Steiermark;[2] es sind da die Beobachtungen aller früheren Forscher zusammengestellt und ihre Forschungsergebnisse miteinander parallelisiert. Stur unterscheidet eine ältere und eine jüngere eozoische Gesteinsgruppe und Silur.

Die ältere Gruppe wird gebildet von Granit, Gneis und Glimmerschiefer, während das Hauptgestein der jüngeren eozoischen Gruppe der Tonglimmerschiefer ist, neben welchem körnige Kalke, Chloritschiefer, Talkschiefer u. s. w. auftreten. Indem es nun Stur auf Grund eines in dem Kalk des Singerecks bei Neumarkt in Obersteier gefundenen Crinoidenstielgliedes für wahrscheinlich erklärt, daß die jüngere eozoische Gruppe schon zum »Übergangsgebirge« gehört, zieht er eine unrichtige Parallele zwischen den Kalken und Schiefern der Umgebung der Senke von Neumarkt und den ähnlich aussehenden Schichten des Liesing-Paltentales, da diese letzteren nach den Funden der Pflanzen in das Obercarbon, die Ablagerungen von Neumarkt aber stratigraphisch viel tiefer liegen (Schöckelkalk und Semriacherschiefer[3]).

---

[1] D. Stur, Funde von untercarbonischen Pflanzen der Schatzlarer Schichten am Nordrand der Zentralzone der nordöstlichen Alpen. Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1883, p. 189 ff.

[2] Graz, 1871.

[3] G. Geyer, Über die Stellung der altpaläozoischen Kalke der Grebenze in Steiermark zu den Grünschiefern und Phylliten von Neumarkt und St. Lambrecht. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1893, p. 406 ff.

In der »jungeozoischen Gruppe« des Liesing-Paltentales wurden, wie schon gesagt, Pflanzenreste gefunden, die Stur als den Schatzlarer Schichten angehörig erkannte, während man es nach A. Rothpletz[1] mit Ottweiler Schichten zu tun hat. Die Pflanzenreste wurden in Graphitschiefer gefunden, welcher in mehreren Zügen in einer Serie von vollständig kondordant liegenden kristallinen Schiefern liegt. Daher ergibt sich der Schluß, daß in diesen Schiefern eine Vertretung von Obercarbon vorhanden ist. Auf eine Erörterung der Ansicht M. Vacek's,[2] der in den Schieferkomplex der Grauwackenzone Diskordanzen verlegt und ihn teilweise zum Carbon, teilweise zu seiner »Quarzphyllitgruppe« rechnet, will ich jetzt nicht eingehen. Der Beweis, daß man es in der »Grauwackenzone« nicht mit zwei verschieden alten Schieferkomplexen der vom Rannachkonglomerat eingeleiteten »Quarzphyllitgruppe« und der in einer Erosionsfurche derselben unkonform eingelagerten Carbongruppe zu tun hat, wird später erbracht werden; es wird auch in folgenden Zeilen ausgeführt werden, daß man in allen den verschiedenen kristallinen Schiefern immer den Graphitschiefer, der für Obercarbon so bezeichnend ist, wiederfindet und daß daher am obercarbonischen Alter des ganzen Schichtkomplexes festzuhalten ist.

D. Stur hat in seiner obenerwähnten Arbeit über die Auffindung von Obercarbonpflanzen darauf hingewiesen, daß alle Schiefergesteine der von ihm untersuchten Profile sehr starke Spuren einer gewaltigen Dynamometamorphose zeigen.[3] Diese Ergebnisse wurden durch die petrographischen Untersuchungen Foullon's bestätigt.[4] Auf einen ganz anderen Standpunkt

[1] E. Weinschenk, Zur Kenntnis der Graphitlagerstätten. Chemisch-geolog. Studien. II. Alpine Graphitlagerstätten. Abhandlungen der kgl. bayr. Akademie d. Wiss. II. Kl., XXI. Bd., II. Abt., p. 237.

[2] M. Vacek, Über den geolog. Bau der Zentralalpen zwischen Enns und Mur. Verhandlungen der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1886, p. 71 ff. — Über die geolog. Verhältnisse der Rottenmanner Tauern. Ebenda 1884, p. 390 ff. — Über die kristallinische Umrandung des Grazer Beckens. Ebenda 1890, p. 9 ff.

[3] Stur, l. c.

[4] H. v. Foullon, Über die petrographische Beschaffenheit der kristallinischen Schiefer der untercarbonischen Schichten und weniger älterer Gesteine aus der Gegend von Kaisersberg bei St. Michael ob Leoben und kristalliner Schiefer aus

stellt sich E. Weinschenk,[1] indem er die Ansicht vertritt, daß die kristallinischen Schiefer ihren kristallinischen Habitus nicht, so wie es Stur wollte, der Dynamometamorphose, sondern der kontaktmetamorphen Einwirkung eines granitischen Magmas, welches er in den Gneisen der Rottenmanner und Sekkauer Alpen sucht, verdanken und daß die Graphite der »Grauwackenzone« durch die Einwirkung desselben granitischen Magmas, das die Hüllgesteine der Graphite umwandelte, aus Anthraziten zu Graphiten wurden; die Gneise der Rottenmanner und Sekkauer Alpen sind nach E. Weinschenk postcarbonische und eine dem Zentralgneis der Hohen Tauern analoge Bildung.

Gegen Weinschenk's Ansicht haben R. Hoernes[2] und M. Vacek[3] mit Recht das Rannachkonglomerat, das nach dem letzteren Autor die Quarzphyllitgruppe als Basiskonglomerat einleitet, angeführt. Das Rannachkonglomerat liegt nach M. Vacek's Beobachtungen auf einem Erosionsrelief, das vom Gneis der Rottenmanner und Sekkauer Alpen gebildet wird; infolgedessen können die Gneise, beziehungsweise Granite — R. Hoernes hält sie teilweise für alte Granite, M. Vacek für echte Gneise — nicht postcarbonisch sein. Ausschlaggebend aber ist der Umstand, daß das Rannachkonglomerat nach M. Vacek's Beobachtungen auch Gerölle des Gneises enthält. Das ist ein direkter Gegenbeweis gegen die Ansicht von E. Weinschenk. Man muß daher an der Dynamometamorphose der Schiefergesteine der »Grauwackenzone« festhalten. Im folgenden wird bei der Besprechung der geologischen Verhältnisse des Graphitwerkes im Sunk noch ein weiterer Gegenbeweis gegen E. Weinschenk's Ansicht gebracht werden.

Zur »Grauwackenzone« gehört noch eine ganze Reihe von paläozoischen Kalkbergen, die durch ihre oft schöne Gestalt

---

dem Palten- und Ennstal in Obersteiermark. Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1883, p. 207 ff.

[1] E. Weinschenk, l. c.

[2] R. Hoernes, Der Metamorphismus der obersteierischen Graphitlagerstätten. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark 1900.

[3] M. Vacek, Referat über Weinschenk, Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1900, p. 200.

in das öde Einerlei der Schieferberge Abwechslung bringen. Diese Kalkberge sind ihrem Alter nach altpaläozoisch; es sind bis jetzt folgende Formationen durch Fossilfunde nachgewiesen: Obersilur (Etage *E* Barrande), Unterdevon (Etage *F* Barrande) und Mitteldevon-Calceolaschichten (Etage *G*). Eine Sonderstellung nehmen der Kalk der Veitsch und der des Sunk ein, die untercarbonischen Alters sind. An die Kalke sind stellenweise reiche Erzlager geknüpft, über deren Entstehung die Meinungen stark differieren; davon wird an anderer Stelle die Rede sein.

Was nun die Tektonik der Grauwackenzone betrifft, so ist aus der Literatur wenig Brauchbares zu entnehmen; die folgenden Zeilen, die eine Serie von auf Kartierungsarbeiten gestützten Berichten eröffnen, sollen besonders auf die Darstellung der tektonischen Verhältnisse Rücksicht nehmen, wenngleich eine zusammenfassende Darstellung der Tektonik erst am Schlusse der Untersuchungen gegeben werden soll.

Steigt man von Hohentauern auf dem in nordsüdlicher Richtung sich hinziehendem Wirtsalmkamm empor und hält von da aus Umschau, so sieht man einerseits den Rücken der Wirtsalpe sich gegen Süden langsam aufsteigend zum Gipfel des Geierkogels hinziehen, andrerseits erschaut man gegen Norden die mächtige Erhebung der aus Gneis und Granit sich aufbauenden Bösensteingruppe, während die schroffen Kalkformen des Triebenstein landschaftlich einen scharfen Kontrast zu der ganzen Umgebung bilden. Der Wirtsalmkamm besteht aus flach gegen Südwesten einfallendem Gneis.

Auf dem Abstieg in den Geierkogelgraben kommt man bald in eine sehr steil gegen Nordosten einfallende Serie von Schiefern. Ein gutes Stück unterhalb des Punktes 1380 des Grabens liegt ziemlich hoch am Gehänge und nur durch Ersteigung eines langen, steilen Schutthanges erreichbar ein Aufschluß, welcher stark gefalteten Sericitschiefer zeigt. Streichen und Fallen ist in diesem intensiv gefalteten Schiefer kaum zu ermitteln.

An einzelnen Stellen des Geierkogelgrabens fand ich ein Gestein, das ich dem Rannachkonglomerat zur Seite stellen

möchte; anstehend konnte ich es leider nicht finden, das stark mit Wald bestandene Gelände hindert hier die Entdeckung eines derartig gering mächtigen Gesteinskomplexes. Legt man durch den Geierkogelgraben mehrere Profile, so erkennt man, daß die Schiefer, Sericitschiefer, Chloritschiefer, Chloritoidschiefer u. s. w. in nordwest-südöstlicher Richtung streichen und gegen Nordosten einfallen.

Aus dem Geierkogelgraben zum Punkt 1821 (südlich von der Geroldalpe) begeht man ein Profil von Schiefern, vorwiegend Sericitschiefer mit Einlagerungen von Graphitphylliten; an einer Stelle ist auch ein kleiner Aufschluß von Kalk, wie später ausgeführt wird, eine Fortsetzung des Schoberkalkes, der als Einfaltung in die Schiefer zu betrachten ist (Fig. 1).

Wir sehen also, daß sich an die Gneise des Wirtsalmkammes eine von einem Basalkonglomerat eingeleitete Serie von Schiefern diskordant anlehnt, die man über die Geroldalpe zum Tierkogel und von da bis in das Triebener Tal verfolgen kann. Um nun zur Erörterung der Altersfrage dieser Schiefer überzugehen, muß betont werden, daß dafür das wichtigste Schichtglied die Graphitphyllite darstellen. Bekanntlich wurden in den Graphitschiefern des Leims- und Preßnitzgrabens die obercarbonischen Pflanzenreste gefunden. Es ist nun eine überall zu beachtende Tatsache, daß die Graphitschiefer in den kristallinischen Schiefern der »Grauwackenzone« nicht auf eine bestimmte Gruppe von Schiefern beschränkt sind, sondern überall wenn auch als dünnschichtige Einlagerungen vorkommen; die Graphitschiefer durchschwärmen die ganze Schieferserie und bilden in ihr das konstanteste Gestein. Daher muß man annehmen, daß die ganze Schieferserie dem Obercarbon angehört. Es sind daher die Schiefer, die sich an den Wirtsalmkamm anlehnen und bis in das Triebener Tal reichen, als obercarbonisch anzusehen. Ein wesentlich anderes Bild gibt ein Profil von den Gneisen des Bösenstein über den Schober (Punkt 1599 der Spezialkarte, nordwestlich von Hohentauern) zum Sunk.[1] Man sieht in der flachen Einsenkung zwischen

[1] Siehe Fig. 2.

Schober und der Scheibelalpe die Gneise des Bösenstein, die stellenweise von einem schmalen Schieferband überlagert sind; darüber folgen, steil nach Nordosten einfallend, Kalke, die den Gipfel des Schober bilden; am Gipfel selbst ist das Fallen und Streichen kaum zu bestimmen; erst wenn man gegen den Punkt 1400 der Spezialkarte absteigt, sieht man den Kalk steil gegen Nordosten einschießen. Ein ganz gleiches Profil begeht man von der kleinen Rüben über die Helleralpe zum Punkt 1561 nördlich der Helleralpe. Wie an diesem letzteren Profil die Berührungsstelle des Schiefers, der zweifellos obercarbonisch ist, mit dem Gneis des Bösenstein durch Moränen verdeckt ist, so verhüllen auch im Profil des Schober die Gehängeschuttmassen den Kontakt. Aus dem Profil Wirtsalmkamm-Geierkogelgraben aber wissen wir, daß dieser Kontakt kein mechanischer ist, sondern der Auflagerung des Obercarbons auf den Gneis entspricht. Welche Stellung nun die Kalke des Schober und der zu ihnen gehörige Kalkaufbruch im Geierkogelgraben zu den obercarbonischen Schiefern einnehmen, darüber gibt uns der Triebenstein Aufschluß. Bevor ich aber auf die Erörterung der geologischen Verhältnisse des Triebenstein eingehe, möchte ich noch erwähnen, daß die Bösensteingruppe nicht ganz aus Gneis besteht, sondern einen granitischen Kern besitzt, der an einzelnen Stellen zu Tage tritt (Bärwurzpolster).

Ich komme nun auf den Triebenstein, 1811 *m*, zu sprechen, der die interessantesten geologischen und tektonischen Verhältnisse aufweist. Der Triebenstein ist ein ganz isoliert stehender Berg, umrahmt vom Triebental (Wolfsgraben), der schmalen, tief eingeschnittenen Schlucht des Sunk, dem Tauernbachtal und der flachen Senke von Hohentauern; nach allen Seiten senkt er sich mit sehr steilen, teilweise von Wänden durchsetzten Gehängen in die Täler herab. Er besteht zum Teil aus Kalk, der eine kleine Fauna geliefert hat; es wurden gefunden:[1]

Productus giganteus Sow.
Productus sp.

[1] F. Heritsch, Über einen neuen Fund von Versteinerungen in der »Grauwackenzone« von Obersteiermark. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines von Steiermark 1907, p. 20 ff.

Rhynchonella sp.
Terebratula sp. (?)
Spirifer sp. (?)
Pleurotomaria sp.
Bellerophon sp.
Poteriocrinus sp.
Crinoidenstielglieder.
Korallen.

Durch den *Productus gigenteus* Sow. ist das Alter der Kalke des Triebenstein und seiner Fortsetzung im Sunk bestimmt. Es ist Untercarbon, und zwar in Kohlenkalkentwicklung, eine Vertretung der Stufe von Visé; der Kalk des Triebenstein-Sunk ist dem untercarbonischen Kalk der Veitsch und den Nötscher Schichten der Südalpen an die Seite zu stellen; die petrographische Entwicklung ist gleich der in der Veitsch, aber verschieden von jener der Nötscher Schichten. Eine Analogie mit dem Veitscher Untercarbon besteht auch hinsichtlich der Magnesite; in beiden Ablagerungen liegen mächtige Stöcke von Magnesit. Der Kalk des Triebenstein sitzt nun den Schiefern, die am Nord-, Nordost-, Südost-, Süd- und Südwestgehänge das Fußgestell des Berges bilden, auf; wie das geschieht, wird im folgenden eingehend beschrieben. Beim Gasthaus Brodjäger im Triebener Tal treffen wir eine Kalkpartie, in der ein Steinbruch in Betrieb ist; es sind blaue, dichte, hochkristallinische, teilweise gebänderte Kalke, deren Streichen zwischen Nord 60 West und Nord 50 West schwankt, während das Fallen unter 50° Nordost konstant bleibt. Auf den ersten Blick könnte man wohl denken, daß die Kalke des Triebenstein hier bis in das Tal herabreichen, doch gibt schon der Umstand zu denken, daß der Kalk des Brodjäger wesentlich mehr kristallinisch ist als der untercarbonische Triebensteinkalk; der Kalk des Brodjäger ist in vieler Beziehung den tieferen Partien des Schöckelkalkes des Grazer Paläozoikums ähnlich. Wenige Schritte unterhalb des Gasthauses findet man an der Holzförderbahn graphitische Schiefer aufgeschlossen, die im Kontakt mit den Kalken stark verdrückt sind, was auf einen mechanischen Kontakt hinweist. Von

diesem Aufschluß an stehen die Kalke noch ein Stück an der Förderbahn an, bis dann endgültig die obercarbonischen Schiefer zu Tage treten; die Kalkpartie beim Brodjäger ist nur eine dünne Schichte im Schiefer, eine Schichte, deren Mächtigkeit 30 *m* kaum übersteigen dürfte, denn auf dem Rücken, der vom Brodjäger auf den Triebenstein zieht, kommen bald unter den Kalken die obercarbonischen Schiefer heraus.

Nicht ganz einen Kilometer auf der Straße vom Gasthaus Brodjäger nach Hohentauern zieht ein kleiner steiler Graben gegen den Triebenstein hinauf. In diesem Graben aufwärtssteigend, trifft man Schiefer, Chloritschiefer, Chloritoidschiefer, Sericitschiefer; dieser gegen Nordosten unter den Kalk beim Brodjäger einfallende Schieferkomplex ist durch einzelne kleine Graphitschieferlager als obercarbonisch gekennzeichnet. Das Obercarbon reicht, schlecht aufgeschlossen, bis über die Isohypse 1400 am Triebenstein empor; darüber folgt der untercarbonische Triebensteinkalk mit sehr steilem Einfallen gegen Nordosten.

Obercarbonische Schiefer bilden das ganze Südostgehänge des Triebenstein, mit Ausnahme der höchsten aus dem untercarbonischen Kalk bestehenden Teile, bis zum Punkt 1471 (nordöstlich von Hohentauern). Sehr überraschend ist es nun, wenn man in diesen Schiefern scheinbar eingelagert hochkristallinischen Kalk sieht. Wenn man aber die steilen Gehänge des Berges weglos durchsteigt, so sieht man die Kalkbänke im Schiefer Falten bilden. Deutlich ist an mehreren Stellen der Gewölberücken aufgeschlossen und man erkennt so, daß die Kalke nach oben abgeschlossen sind und die scheinbar einheitliche Folge der Kalkbänke in Wirklichkeit aus einem aufsteigenden und einem parallelen absteigenden Aste einer Falte besteht. Die Kalke wurden in die Schiefer von unten eingefaltet. Infolge des Gebirgsdruckes sind die Kalke von den Schiefern vollkommen konkordant umlagert. An der Umbiegungsstelle sind die Schiefer ungemein stark zerrissen, einzelne Graphitschieferlagen sind intensiv verdrückt. Eine solche Falte stellt Fig. 3 schematisch dar.

Man hat es daher hier nicht etwa mit Einlagerungen von Kalken in das Carbon zu tun, sondern mit von unten kommenden

Einfaltungen jedenfalls älterer Kalke in die Obercarbonschiefer. Diese Einfaltungen — ein beredtes Zeugnis für die gewaltigen Störungen der gebirgsbildenden Kraft — werfen nun ein Licht auf die Stellung der anderen in den obercarbonischen Schiefern liegenden Kalke, so auf die Kalke des Brodjäger, die des Schober und schließlich auf den Kalkaufbruch des Geierkogelgrabens, um von den im Obercarbon liegenden Kalklagern des Triebenstein nicht zu reden. Wenn man auch bei diesen ungleich mächtigeren Kalklagern die Umbiegungsstelle der Falten nicht sieht, so muß man wohl nach Analogie schließen, daß es sich dabei um eben dieselben Einfaltungen, nicht um Einlagerungen handelt (Fig. 4).

Ein solches Kalklager steht unterhalb des Punktes 1471 am Triebenstein an; darunter und darüber liegen Schiefer. Das Streichen der Kalke ist Nord 35 West, das Einfallen 75° Nordost. Vom Punkte 1471 abwärts bis Hohentauern stehen Schiefer an, von da aufwärts reichen die Schiefer des Obercarbons ziemlich hoch hinan, etwa bis 1700 *m*; über dem Obercarbon liegt dann das Untercarbon, der Triebensteinkalk. Die obercarbonischen Schiefer, zum Teil sind es Graphitschiefer, schießen steil nach Nordosten ein. Darüber liegt viel flacher nach Nordosten einfallend die Kalkmasse des Triebensteingipfels (siehe Fig. 5). Auf dem Rücken, der vom Punkt 1471 zum Triebensteingipfel zieht, ist die Kontaktstelle von Kalk und Schiefer aufgeschlossen. Die Schiefer sind am Kontakt mit dem Kalk ganz ungemein stark verdrückt und gefaltet, darüber liegt der stark zerbrochene und verworfene Kalk. Man hat hier einen mechanischen Kontakt vor sich, entsprechend einer Überschiebung des Untercarbonkalkes auf die obercarbonischen Schiefer.

Die Überlagerung des Obercarbons durch das Untercarbon ist überall am Triebenstein zu sehen. Auf der Südostseite liegt über den obercarbonischen Schiefern und den ihnen eingefalteten älteren Kalken flach als Decke sich langsam gegen Nordosten senkend, um dann eine scharfe Aufbiegung zu machen, der Kalk des Triebenstein (siehe Fig. 5). Von der Umgebung von Hohentauern aus ist der lange, an dem Südwestgehänge des Triebenstein sich hinziehende und gegen den Sunk sich senkende Schichtkopf des Kalkes über den

Schiefern, die sehr hoch am Gehänge hinaufreichen, zu sehen (siehe Fig. 6). Alle Profile, welche man von der Umgebung von Hohentauern aus auf den Triebenstein begeht, zeigen über den Schiefern, die nach Nordosten einfallen, den Kalk als Decke liegend. An einer Stelle, beim Gehöfte Irtzer (nordwestlich von Hohentauern) tritt in den Schiefern ein Kalk zu Tage, und zwar einer von den eingefalteten Kalken; dieser Kalk dürfte das Verbindungsglied zwischen dem Kalke des Schober und dem des Geierkogelgrabens darstellen.

Die Begehung der Grenze des Kalkes und Schiefers zeigte, daß der untercarbonische Triebensteinkalk auf den obercarbonischen Schiefern als Überschiebungsmasse, die auf einer nach Südosten ansteigenden Fläche aufgeschoben wurde, liegt (Fig. 6). Ich will nun zur Besprechung der Lagerungsverhältnisse am oberen Ende des Sunk übergehen.

Wir finden dort, wo sich mit dem Sunkbach ein Bach, der von der Kotalpe herabkommt, vereinigt (Ochselbach), die Grenze von Kalk und Schiefer. An der Abzweigung des Weges zur Ingerlhube fällt der Kalk sehr steil nach Nordosten ein. An einzelnen Stellen steht er fast senkrecht; bald vermindert sich die Steilheit des Einfallens, der Kalk bildet eine sehr hübsche, vielfach gebogene Falte (Fig. 7), behält jedoch die Richtung des Einfallens gegen Nordosten bei. Über dem Kalk liegt der wohl 200 *m* mächtige Magnesit; die gegenseitigen Beziehungen zwischen dem Kalk und dem Magnesit (Phinolit) sind auf dem anderen, dem linken Ufer des Baches im Magnesitsteinbruch gut aufgeschlossen.

Im Magnesitsteinbruch haben wir folgende Verhältnisse. Wir sehen zu unterst eine Partie von Kalk; dieser Kalk fällt gegen Nordosten sehr steil ein. Im Kalk befindet sich eine Schichte, die ziemlich reich an Korallen ist; es ist wohl jene Korallenbank, die in dem Graben zur Kotalpe unterhalb des Punktes 1266 dort ansteht, wo ein Höhlenausgang eine Überfallquelle bildet. Bemerken möchte ich noch, daß der Versuch einer Bestimmung der Korallen bisher ein negatives Resultat geliefert hat.

In dem Kalk finden sich sehr häufig Crinoidenstielglieder; einige der mir vorliegenden Stücke konnten als *Poteriocrinus*

bestimmt werden. Über dem Kalk liegt durch eine Verwerfung getrennt der Pinolit, indem die steil stehenden Kalke schief abgeschnitten werden (siehe Fig. 8). Der Pinolit ist mit demselben Streichen und Fallen ausgezeichnet wie der Kalk, beide stellen eine vollkommen einheitliche Bildung dar. Der Pinolit ist, wie Redlich ausführt,[1] epigenetischer Entstehung. Daß man es bei dem Pinolit des Sunk nicht mit einer vom Kalk zu trennenden selbständigen stratigraphischen Ablagerung zu tun hat, zeigen zwei direkt im Steinbruch zu beobachtende Tatsachen. Erstens kann man, obwohl Kalk und Magnesit durch eine kleine Verwerfung getrennt sind, sehen, daß es zwischen beiden Übergänge gibt; man kann Handstücke schlagen, die den Übergang sehr schön zeigen. Ferner kann man Crinoidenstielglieder derselben Art im Kalk und im Magnesit finden. Es wurden ja auch die früher aufgezählten Versteinerungen zwar zum größeren Teil im Kalk, doch aber auch teilweise im Magnesit gefunden. Auch die im Magnesit liegenden Crinoidenstielglieder sind als *Poteriocrinus* zu erkennen.

Über dem Pinolit folgen wieder Kalke, die die malerischen Wände des Sunk bilden. Die Magnesite ziehen einerseits ein Stück in den Graben, der zur Kotalpe führt, hinein, andrerseits bilden sie ein mächtiges Schichtglied, von Kalk unterlagert und überlagert, am rechten Ufer. Da indessen am linken Ufer die Lagerungsverhältnisse besser aufgeschlossen sind, will ich damit die Erörterung beginnen. Wir sehen über der kleinen Kalkpartie im Sunk den Pinolit mächtig entwickelt steil gegen Nordosten einfallen. Geht man auf der Förderbahn gegen den Bremsberg zu, so sieht man den Magnesit überlagert von Kalk, der ebenfalls gegen Nordosten steil einfällt. Bald aber taucht der Magnesit wieder aus der Tiefe auf; er bildet eine kleine Antiklinale, um dann endlich unter dem nach Nordosten einfallenden Kalk zu verschwinden. Das Streichen schwankt zwischen Nord 60 West und Nord 75 West. Am rechten Ufer haben wir ähnliche Verhältnisse, doch sind die Aufschlüsse nicht so gut wie am linken Ufer. Die ebenerwähnte Antiklinale

[1] K. A. Redlich, Über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steierischen Alpen. Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1903, p. 285 ff.

des Magnesites, die sein Wiederauftauchen bedingt, ist am rechten Ufer nicht zu sehen, da hohe Schutthalden die Beobachtung hindern. Am rechten Talhang ist nur die kleine Kalksynklinale, die zwischen dem nordöstlich einschießenden Magnesit des Steinbruches und der obenerwähnten Magnesitantiklinale, wenn auch schlecht zu beobachten; denn dort, wo die Förderbahn den Bach überbrückt, steht Kalk mit Nord 75 West-Streichen und 15° Nordost-Einfallen an, ein Teil der synklinalen Mulde.

Ein Stück weiter abwärts, dort, wo der Karrenweg durch den Sunk über den Sunkbach führt, fällt der Kalk schon wieder steil nach Nordosten ein; Streichen Nord 60° West, Fallen 70° Nordost. Gehen wir durch den Sunk abwärts, so sehen wir in den malerischen Wänden der Schlucht den Kalk immer steil nach Nordosten einschießen. Auffallend ist eine etwa in der Mitte der Sunkschlucht zu beobachtende Schichte, in der der Kalk total zertrümmert ist und eine Breccie bildet. Ich werde später noch darauf zurückkommen. Am unteren Ende des Sunk steigen wir über die Trümmer eines Bergsturzes aufwärts und blicken nun tief hinab in das grüne Tal; hoch auf ragen weit über die bewaldeten Berge des Paltentales die weißen Mauern der Ennstaler Triasriesen, tief unter uns sehen wir die rauchenden Schlote des Graphitwerkes. Ich gelange nun zur Besprechung der geologischen Verhältnisse des Graphitwerkes im Sunk, bei welchen ich etwas länger verweilen werde. Bevor ich aber auf die Erörterung selbst eingehe, ist es mir eine angenehme Pflicht, dem Betriebsleiter des Werkes, Herrn H. Wenger, zu danken für die freundliche Unterstützung meiner Bestrebungen, die er mir im reichlichen Maße zu teil werden ließ. Herr H. Wenger hat mir nicht nur über das von ihm geleitete Werk genaue Auskunft gegeben — es wäre ja mir, der ich mich mit den geologischen Verhältnissen des Graphitwerkes nicht so lange beschäftigen konnte, wie ich wollte, nicht so leicht möglich gewesen, eine genaue Schichtenfolge des Bergwerkes zu geben —, Herr Wenger hat mir auch für die anderen Teile meines Gebietes manchen wertvollen Rat gegeben und hat, wenn wir uns auch über die Hauptfrage nicht einigen konnten, meine Arbeit in vieler Hinsicht gefördert.

Wir verlassen die Tauernstraße dort, wo der markierte Weg auf den Bösenstein von ihr abzweigt und beim Graphitwerk im Sunk vorbeiführt. Über den ziemlich engen Ausgang des Sunkgrabens führt die Holzförderbahn, die aus dem Triebental heraus kommt, auf einer Brücke und vereinigt sich mit der Förderbahn des Graphitwerkes. Bei der Brücke steht auf beiden Ufern Chloritschiefer an; das Streichen und Fallen schwankt in diesen ziemlich stark verdrückten Schiefern sehr; an der Förderbahn des Graphitwerkes streicht der Schiefer Nord 20 West und fällt unter 40° nach Südwest ein; etwa 50 Schritte abwärts ist das Streichen Nord 40 West und fällt unter 65° gegen Südwest ein. Vollkommen konkordant über diesem Chloritschiefer folgt taleinwärts am rechten Ufer gut aufgeschlossen ein Gestein, in dessen sericitischer Grundmasse gerundete Quarzgerölle von sehr wechselnder Größe stecken. Man kann Übergänge finden von grobem Konglomerat in ein feineres Konglomerat, bis endlich die Quarzgerölle so klein geworden sind, daß man durch Überhandnehmen des Sericites einen sericitischen Schiefer vor sich hat; es kann keinem Zweifel unterliegen, daß man es mit einem obercarbonischen Konglomerat zu tun hat. Dieses Konglomerat ist petrographisch von dem Rannachkonglomerat nicht verschieden, was auch gar nicht verwunderlich ist, da doch das Rannachkonglomerat die obercarbonische Schichtserie einleitet.

Über diesem nach Südwesten einfallenden Konglomerate folgt Graphitphyllit, der, teils nach Nordosten, teils nach Südwesten einfallend, teils senkrecht stehend, eine ungemein verworrene Lagerung hat, vielfach gefaltet und verdrückt ist. (Schichtglied 2 des Profiles, Fig. 9). Diese Graphitschiefer werden, wie schöne Aufschlüsse an der Straße zum Graphitwerk (rechtes Ufer) und beim unteren Ende des zum Graphitwerk im Sunk gehörigen Bremsberges (linkes Ufer) zeigen, von einer Verwerfung, mit welcher ein Wechsel des Fallens aus Südwest in Nordost verbunden ist, jäh abgeschnitten; die Störung und der schroffe Wechsel des Fallens, der jedenfalls durch das Zerreißen einer spitzen Synklinale hervorgerufen wurde, erwecken zunächst das Bild einer Diskordanz. Daß man es aber in unserem Falle nicht etwa mit einer Diskordanz zwischen

zwei stratigraphisch verschiedenen Ablagerungen zu tun haben kann, geht daraus hervor, daß in den beiden durch die Verwerfung getrennten Schichtverbänden dieselben Schichtglieder, Graphitschiefer und Konglomerate, auftreten.

Die mit der scheinbaren Diskordanz verbundene Störung ist besonders schön am rechten Ufer an der Straße zum Graphitwerk aufgeschlossen. Man sieht die unter 70° nach Nordosten einfallenden Konglomerate scharf abstoßen an den Graphitschiefern, die sich nach Südwesten neigen; das Fallen der letzteren ist ein sehr wechselndes, an der Störung fallen sie unter 10° nach Südwest. Das Streichen bleibt mehr konstant, es ist Nord 45 West. Am oberen Ende des Bremsberges fallen die sericitischen Schiefer mit den Quarzgeröllen, d. h. die Konglomerate, nach Südwesten unter 45° ein, zwischen dem unteren und oberen Ende des Bremsberges liegt also eine antiklinale Wölbung der Schichten.

Durch die Freundlichkeit des Herrn Bergverwalters Wenger bin ich in der Lage, die genaue Folge der im Graphitwerk im Sunk aufgeschlossenen oder erschürften Schichten zu geben. Die im folgenden aufgezählten Schichten sind genau in derselben Reihenfolge wie in Fig. 9 numeriert von unten nach oben.

	Einfallen	Mächtigkeit in Metern
Chloritschiefer	40° SW	
1. Konglomerat	40° SW	
2. Graphitschiefer	verworren	30
3. Konglomerat	70° NO	14
4. Graphit	70° NO	1·5
5. Konglomerat	70° NO	50
6. Graphitschiefer	90°	12
5. Konglomerat	45° SW	13
7. Graphitschiefer	45° SW	3
8. Graphit	45° SW	2
9. Sandstein	45° SW	36
10. Graphitschiefer	45° SW	2
11. Konglomerat	45° SW	30

	Einfallen	Mächtigkeit in Metern
12. Graphitschiefer	45° SW	2
13. Graphit	45° SW	8
14. Konglomerat	45° SW	14
15. Graphitschiefer	45° SW	90
16. Graphit.....	45° SW	2
17. Graphitschiefer	45° SW	20
18. Konglomerat	45° SW	20
19. Graphit.....	45° SW	2
20. Graphitschiefer	50° SW	17
21. Konglomerat	50° SW	18
22. Graphitschiefer	50° SW	12
23. Konglomerat	50° SW	40
24. Graphitschiefer	50° SW	2
25. Konglomerat	50° SW	30
26. Graphitschiefer	50° SW	60
27. Graphit.....	50° SW	60
28. Graphitschiefer und Graphit	50° SW	60
29. Graphitschiefer	50° SW	60
Triebensteinkalk.....	75° NO	

Wir sehen die wechselvolle Ablagerung der graphitführenden Schichten — im folgenden werde ich immer von der graphitführenden Serie des Obercarbons sprechen und darunter immer die von den Konglomeraten begleiteten Graphitschiefer und Graphite verstehen — gegen Südwesten zu unter die untercarbonischen Kalke des Triebenstein einfallen; wie die Lagerungsverhältnisse am Kontakt der Schieferserie mit den Kalken beschaffen sind, ist nicht möglich zu erkennen, da ein Aufschluß fehlt; doch teilte mir Herr Bergverwalter Wenger mit, daß im nächsten Jahre ein Stollen bis zu den Kalken ausgebaut wird, was in dieser Frage Klarheit verschaffen wird. Es handelt sich ja auch nur um die Detailbeobachtung, denn im großen ist es leicht zu sehen, daß die graphitführende Schieferserie unter dem Kalk liegt, daß dieser also überschoben ist.

Wir sehen, daß das ganze Profil aus einem Wechsel aus Graphit, Graphitschiefer und Konglomerat besteht und daß nur an einer Stelle »Sandstein« eingefaltet ist (Schichtglied 9). Dieser »Sandstein« findet ein Äquivalent in den sandigen Schiefern, die man gleich unterhalb der Kalkgrenze auf dem rechten Ufer des Sunkbaches in einem kleinen Aufschluß am Gehänge findet. Man beobachtet folgende nach Südosten einfallende Schichtglieder:

Konglomerat,
feiner sandiger Schiefer,
Konglomerat,
feiner sandiger Schiefer
Graphitschiefer.

Diese Schichten entsprechen den Schichten 25 und 24 des Profiles am linken Ufer. Eine weitere Schichtengliederung vereiteln dann die schlechten Aufschlüsse am linken Ufer; erst ein Stück abwärts trifft man wieder Aufschlüsse, nämlich in der Nähe eines allen Stolleneinganges, wo man zuerst Konglomerat mit 40° Südwestfallen sieht, über welchem dann Graphitschiefer liegt; das dort abgebaute Graphitlager ist das Hochschurflager. Am linken Ufer wird das Idalager und das Gabelschurflager abgebaut; das Durchstreichen der Lager ist durch zwei Reihen von Stollenmündungen gekennzeichnet.

Die graphitführende Serie läßt sich einerseits in dem Wolfsgraben, andrerseits bis auf die Handlershube (1223 *m*, nordwestlich vom Graphitwerk) verfolgen, wo die Lagerungsverhältnisse kompliziert werden. Die untercarbonischen Sunk-Triebensteinkalke stoßen nämlich zwischen Punkt 1510 und dem Lärchkogel, am Serpentin des letztgenannten Berges mittels einer Bruchlinie ab; auf Rechnung dieser Bruchlinie ist es vielleicht zu setzen, daß man im Schwarzenbachgraben die graphitführende Serie viel weiter gegen Nordosten verschoben findet, als dies der normalen Fortsetzung im Streichen entsprechen würde. In welchem Verhältnis die Serpentine des Lärchkogels zum Obercarbon stehen, habe ich noch nicht untersucht, doch dürften die Serpentine im Obercarbon liegen, was aus den Verhältnissen im Sunk zu schließen ist. Beim

Graphitwerk im Sunk steht, allerdings jetzt durch Bauten bedeckt, ein Serpentin an, der zweifellos im Obercarbon liegt. Der Umstand, daß der Sunkkalk scharf am Lärchkogel abschneidet, daß also ein Bruch vorhanden ist, drängt die Vermutung auf, daß der Serpentin des Lärchkogels und der des Sunk als zusammengehörig zu betrachten sind und nur durch den Bruch getrennt wurden. Genaueres wird die nächstjährige Aufnahme bringen.

Noch etwas ist sehr interessant. In einer der Konglomeratlagen der graphitführenden Serie treten Granite als Gerölle auf (Schichtglied 23), da das Obercarbon eine autochtone Ablagerung ist, müssen die Gerölle in den Konglomeraten aus der Umgebung stammen; der einzige Ursprungsort, von dem die Konglomerate stammen können, ist das Gneisgebiet der Rottenmanner und Sekkauer Alpen, wofür auch der petrographische Habitus der Gerölle spricht. Die granitischen Gerölle stammen vom Bösenstein, wo, wie schon erwähnt wurde, Granit ansteht, der im Gneis liegt. Wie früher ausgeführt wurde, hat E. Weinschenk die Hypothese aufgestellt, daß der Gneis der Rottenmanner und Sekkauer Alpen ein Granit sei, der durch Kontaktmetamorphose die kristallinischen Schiefer der Grauwackenzone verändert habe. Ein Gegenbeweis für E. Weinschenk's Ansicht ist das Rannachkonglomerat, dessen Beweiskraft E. Weinschenk dadurch zu entkräften versucht, daß er behauptet, daß die Granitgerölle des Rannachkonglomerats nicht aus den Sekkauer Alpen stammen, sondern andere Granite seien, wobei er sich auf die Herkunft der Gerölle im Verrukano beruft.

Gegen E. Weinschenk's Ansicht ist erstens der Umstand anzuführen, daß das vom Rannachkonglomerat eingeleitete Obercarbon wirklich autochton am Gneis der Rottenmanner und Sekkauer Alpen liegt und daß im Gneis der Rottenmanner und Sekkauer Alpen Granit in mehreren Stöcken liegt, von dem die Granitgerölle herstammen; zweitens spricht gegen E. Weinschenk's Hypothese die Tatsache, daß auch die granitführende Serie, ein relativ hohes Glied des Obercarbons der Grauwackenzone, Gerölle des Granites enthält.

Da das autochtone Obercarbon nicht nur an seiner Basis, sondern auch in höheren Abteilungen Granitgerölle, die von den Graniten der Rottenmanner Tauern herrühren, führt, so muß man annehmen, daß der Granit älter als das Obercarbon ist. Ich habe früher erwähnt, daß man die graphitführende Serie einerseits auf die Handlershube, andrerseits in das Triebener Tal verfolgen kann. Auf der Strecke zwischen der obenerwähnten Abzweigung des Weges durch den Sunk von der Tauernstraße und dem Gasthaus Brodjäger befinden sich längs der am linken Ufer des Triebenerbaches führenden Holzförderbahn interessante Aufschlüsse, die ich jetzt der Reihe nach besprechen will. Zuerst finden wir den Chloritschiefer, der das Liegende der graphitführenden Serie bildet. Da nun das Tal etwas schief auf die Streichrichtung verläuft, treffen wir immer andere Schichtglieder aufgeschlossen. Talaufwärts folgt nach dem Chloritschiefer ein Aufschluß von Moränen, dann sehen wir die graphitführende Serie durchziehen, deren Streichen Nord 60 West ist, während der Schichtkomplex gegen Südwesten unter 40° einfällt. Die graphitführende Serie setzt dann gerade so wie der Chloritschiefer auf das rechte Ufer des Triebenerbaches über und streicht bis zum Gehöft Brodrinner weiter. Es folgt dann an der Förderbahn wieder ein Moränenaufschluß, dann wieder Konglomerate und Graphitphyllite, die graphitführende Serie. Noch einige Aufschlüsse treten aus dem hauptsächlich aus Gehängeschutt und Moränen aufgebauten Gehänge heraus; es sind Sericitschiefer des Obercarbons, wohl den Liegenden der graphitführenden Serie angehörig. Wieder schreiten wir an Moränen entlang, bis wir Kalk anstehen sehen, der unter Nord 45 West streicht und unter 80° gegen Nordosten einfällt. Weiterschreitend treffen wir mehrere aus dem Gehängeschutt herausragende Kalkaufschlüsse, zwischen welchen immer sericitische Schiefer liegen; es handelt sich bei diesen Kalkpartien aller Wahrscheinlichkeit nach wieder um Einfaltungen älterer Kalke in das Obercarbon, wie wir diese Erscheinung schon von dem Südostgehänge des Triebenstein kennen. Eine solche, wenngleich viel mächtigere Einfaltung stellt endlich der Kalk des Brodjäger dar.

Die Kalkpartie beim Brodjäger findet ihre Fortsetzung nicht, wie es nach dem Streichen der Fall sein müßte, am Südgehänge des Triebener Tales; eine Querströmung oder Verwerfung bedingt, daß der Kalk am anderen Ufer beim Gehöft Hammer seine Fortsetzung findet. Darüber sowie über die geologischen Verhältnisse des Triebenbachtales vom Brodjäger aufwärts wird im nächsten Jahre genau berichtet werden. Vorgreifend dieser Darstellung und der Erörterung des untersten Triebenbachtales und des Schwarzenbachgrabens möchte ich noch einiges berichten.

In Figur 5 ist ein Profil gegeben, wie es an der Tauernstraße zu beobachten ist. Man findet nur kristallinische Schiefer, Sericitschiefer, Chloritoidschiefer, Talkschiefer u. s. w., die eine Reihe von spitzen Falten bilden. Durch diese Falten erklärt sich nun die scheinbar große Mächtigkeit des Obercarbons; denn daß diese Schiefer als obercarbonisch betrachtet werden müssen, erhellt aus dem Umstand, daß sie von Graphitschieferlagen, die allerdings gewöhnlich eine sehr geringe Mächtigkeit haben, durchschwärmt sind, was an einer großen Anzahl von Aufschlüssen zu beobachten ist. Auch in der Umgebung von Trieben trifft man sehr häufig die Einlagerungen von Graphitschiefern in den kristallinen Schiefern.

In Bezug auf den Schwarzenbachgraben möchte ich nur noch bemerken, daß im unteren Teile ein sehr vollständiges Profil der graphitführenden Serie des Obercarbons zu beobachten ist.

Wir haben nun die geologischen Verhältnisse rings um den Triebenstein einer genaueren Erörterung unterzogen und haben gesehen, wie das mit einem Basalkonglomerat beginnende Obercarbon mit einer scharfen Diskordanz am Gneis angelagert ist. In dem Obercarbon fanden wir eingefaltet Kalke (Schoberkalk, Kalk beim Gehöft Irzer, Kalk im Geierkogelgraben, die Kalke am Südostgehänge des Triebenstein, Kalk des Brodjäger u. s. w.). Das Obercarbon bei Hohentauern und am Südostgehänge der Triebenstein fällt steil gegen Nordosten ein. Im unteren Teile des Sunk (beim Graphitwerk) und am Wolfsgraben fällt das Obercarbon gegen Südwesten, um sich

dann an der Tauernstraße in kleine steile Falten zu legen. Es bildet daher das Obercarbon dort, wo auf ihm der Triebenstein liegt, eine große Synklinale, innerhalb welcher aber die Schichten vielfach gefaltet sind. Die graphitführende Serie stellt in unserem Gebiet das höchste Schichtglied des Obercarbons vor. Auf dem steilgestellten Obercarbon liegt auf einer langsam gegen Südost ansteigenden Fläche der untercarbonische Kalk des Triebenstein-Sunk. Er bildet ebenfalls eine Synklinale. Legen wir ein Profil durch den Sunk selbst, so sehen wir die Kalke immer gegen Nordosten einfallen und am unteren Ende des Sunk fast senkrecht stehen. Etwa in der Mitte findet man eine Lage, in der der Kalk zu einer Breccie umgewandelt ist. Daraus dürfte man allerdings noch nicht schließen, daß die Breccie hier den Kern einer Synklinale darstellt. Gewißheit verschafft erst der Blick auf die Südostflanke des Berges, den man am besten vom gegenüberliegenden Tierkogel aus hat. An dem gegen Hohentauern zu gelegenen Gehänge fallen die Kalke, auf dem steilgestellten Obercarbon liegend, flach gegen Nordosten ein. An den Wänden, mit welchen der Triebenstein dem Wolfsgraben zu abfällt, sieht man die Kalke sich steil aufrichten. Fig. 5 schneidet an einer anderen Stelle durch; besser sieht man die steile Aufrichtung an Fig. 4. Der Ausblick von den dem Triebenstein zugekehrten Gehänge des Tierkogels zeigt auch deutlich, wie der Untercarbon auf dem steilen Obercarbon liegt; auch die in diesen letzteren eingefalteten älteren Kalke sind hübsch zu sehen.

Aus der obigen Darstellung dürfte es hervorgehen, daß der Triebenstein-Sunkkalk auf dem Obercarbon wurzellos aufsitzt und daher als fremde Masse auf das gefaltete Obercarbon aufgeschoben wurde. In der ganzen näheren Umgebung fehlt eine dem Kalk des Triebenstein analoge Bildung, ein weiterer Beweis dafür, daß der Triebenstein ein Fremdling im ganzen Gebiet ist. Gegen Nordwesten wird der Kalk, wie schon früher erwähnt wurde, von einer Verwerfung abgeschnitten; gegen Südosten fehlt jede Fortsetzung des Triebensteinkalkes im Streichen, was nicht verwunderlich ist, da ja früher ausgeführt wurde, daß die Auflagerungsfläche des Triebensteinkalkes auf das Obercarbon eine gegen Südosten an-

steigende Fläche ist (siehe Fig. 6). Durch den Bruch, der den Kalk gegen Nordwesten abschneidet, tritt eine Verschiebung gleichmäßig fortstreichenden Obercarbons ein; auch die eingefalteten Kalke sind gegen Nordosten verschoben (Schober, Punkt 1561 bei der Helleralpe).

In welchem Verhältnis die Decke, deren Rest der Triebenstein darstellt, zur Überschiebungsdecke der nördlichen Kalkalpen steht, hoffe ich im nächsten Jahre darstellen zu können.

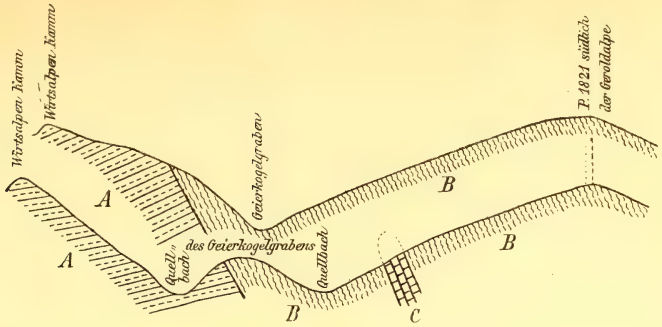


Fig. 1. Zwei Profile durch den Geierkogelgraben und seine Quellbäche. *A*. Gneis. *B*. Oberkarbonische Schiefer (Chlorit-, Sericit-, Chloritoid-Schiefer mit Einlagerungen von Graphitphylliten). *C*. Eingefalteter Kalk.

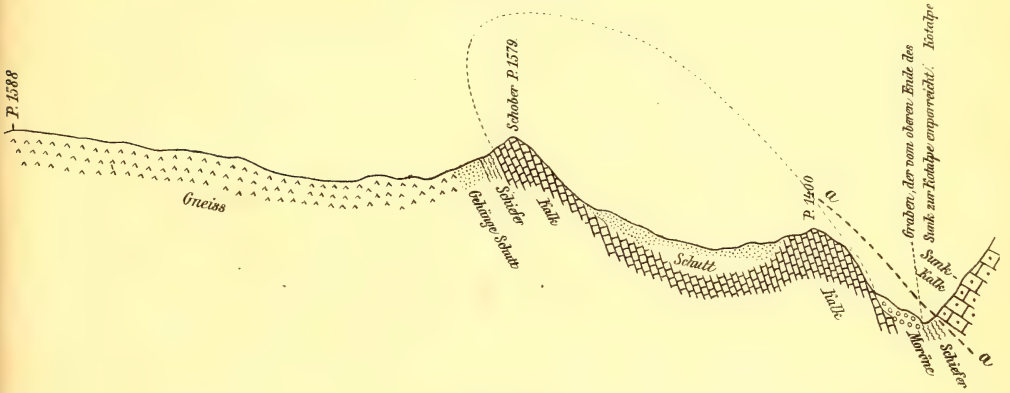


Fig. 2. Profil vom P. 1588 unterhalb der Scheibelalpe über den Schober in den Graben, der zur Kotalpe geht. $a—a$ = Überschiebungsfläche.

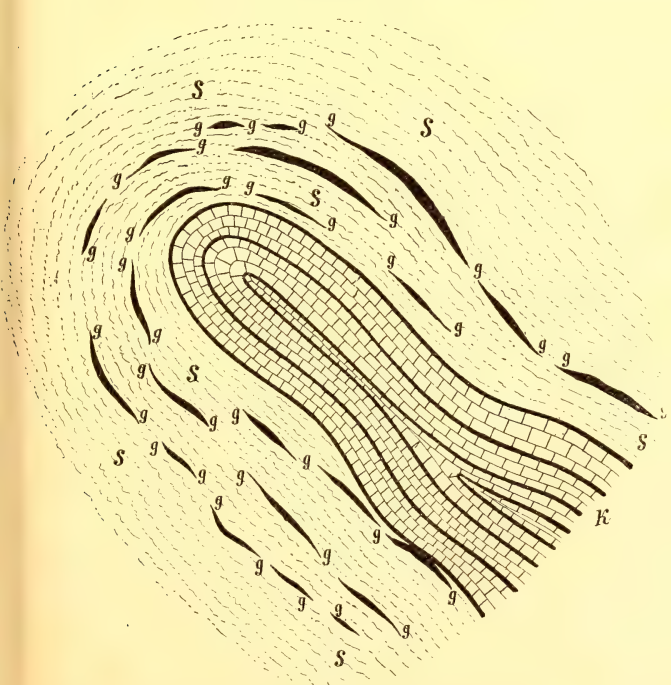


Fig. 3. Einfaltung von Kalk in oberkarbonische Schiefer. Südostgehänge des Triebenstein. Länge der Kalkeinfaltung zirka $2^1/_2$ *m*. *K* Kalk. *S* Schiefer. *G* Graphitschiefer.

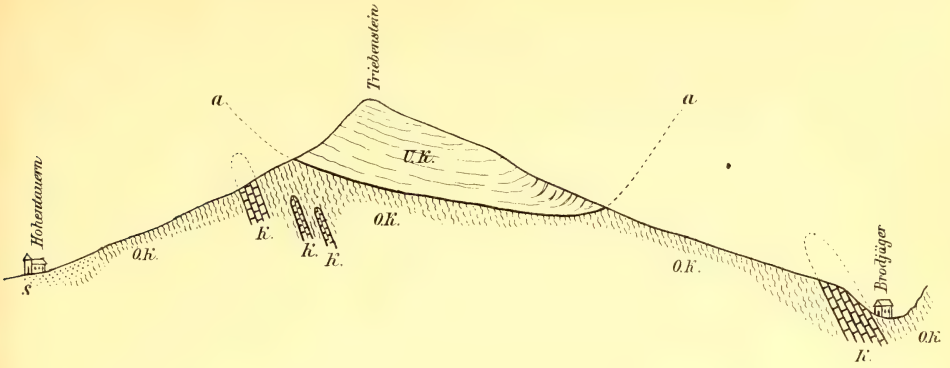


Fig. 4. Die Überlagerung der oberkarbonischen Schiefer *(O. K.)* und der in sie eingefalteten Kalke *(K.)* durch den unterkarbonischen Triebensteinkalk *(U. K.)*. *S* = Alluvium. *a*—*a* = Überschiebungsfläche.

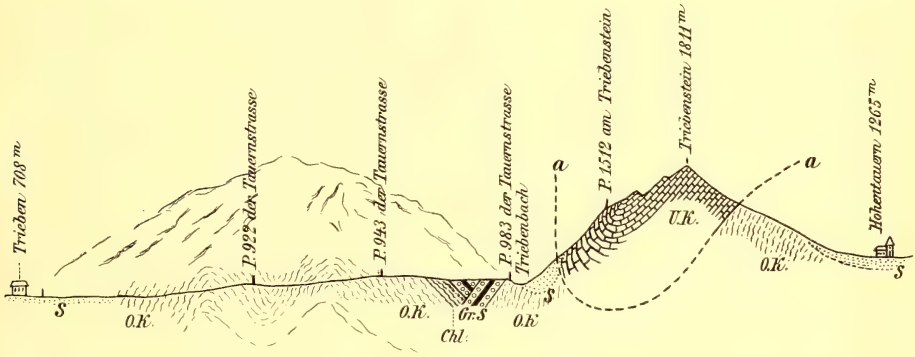


Fig. 5. Querprofil durch die »Grauwackenzone« zwischen Hohentauern und Trieben. *O. K.* = Oberkarbonische Schiefer. *Gr. S.* = Graphitführende Serie des Oberkarbon. *Chl.* = Chloritschiefer. *U. K.* = Unterkarbonischer Triebensteinkalk. *S* = Gehängeschutt. *a*—*a* = Überschiebungsfläche. Von Trieben bis P. 983 stellt die schwarze Linie die Tauernstraße dar.

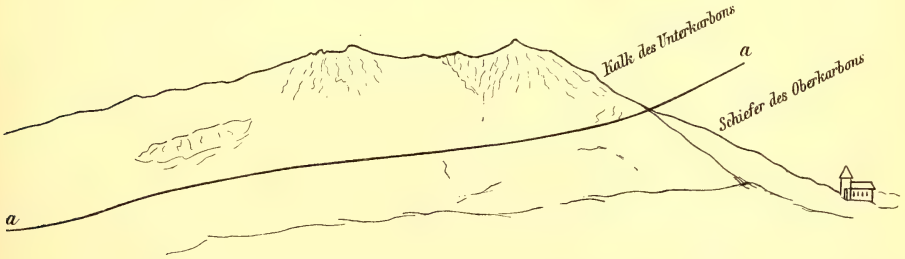


Fig. 6. Der Triebenstein von der Engerlhube aus. Rechts liegt Hohentauern. Unten stehen die Schiefer des Oberkarbons an, steil nach Nordosten einfallend; darüber liegt der Unterkarbonkalk. *a*—*a* ist die Überschiebungsfläche, die sanft ansteigt. Das Bild geht parallel mit dem Streichen, man hat daher der ganzen Länge nach den Schichtkopf der Schichten vor sich.

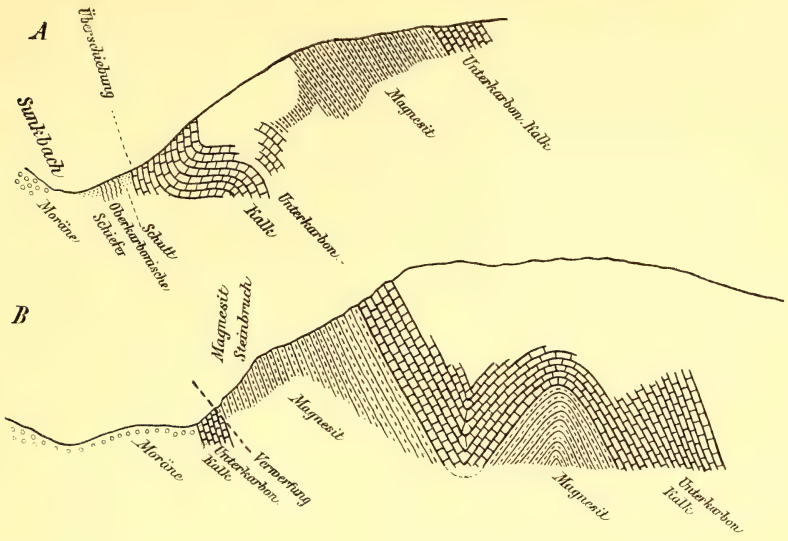


Fig. 7. Profile durch das Magnesit vorkommen im Sunk. *A*. Rechtes Ufer des Sunkbaches. *B*. Linkes Ufer.

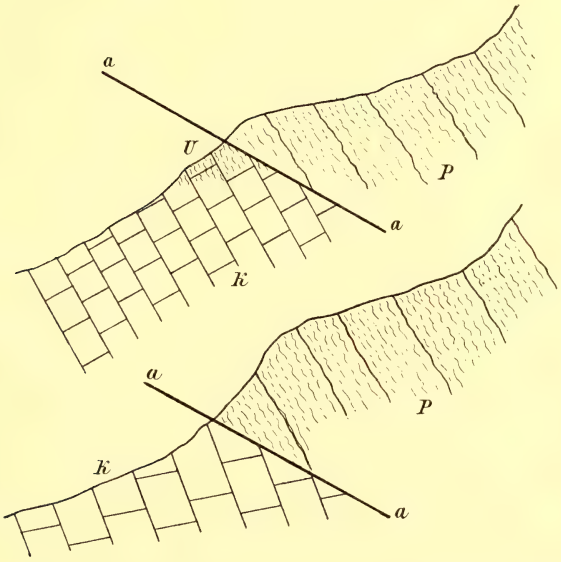


Fig. 8. Profile durch den unteren Teil des Magnesitsteinbruches im Sunk. *K*. = Kalk. *P*. = Pinolit. *U*. = Übergang von Kalk in Pinolit. *a*—*a* = Verwerfung.

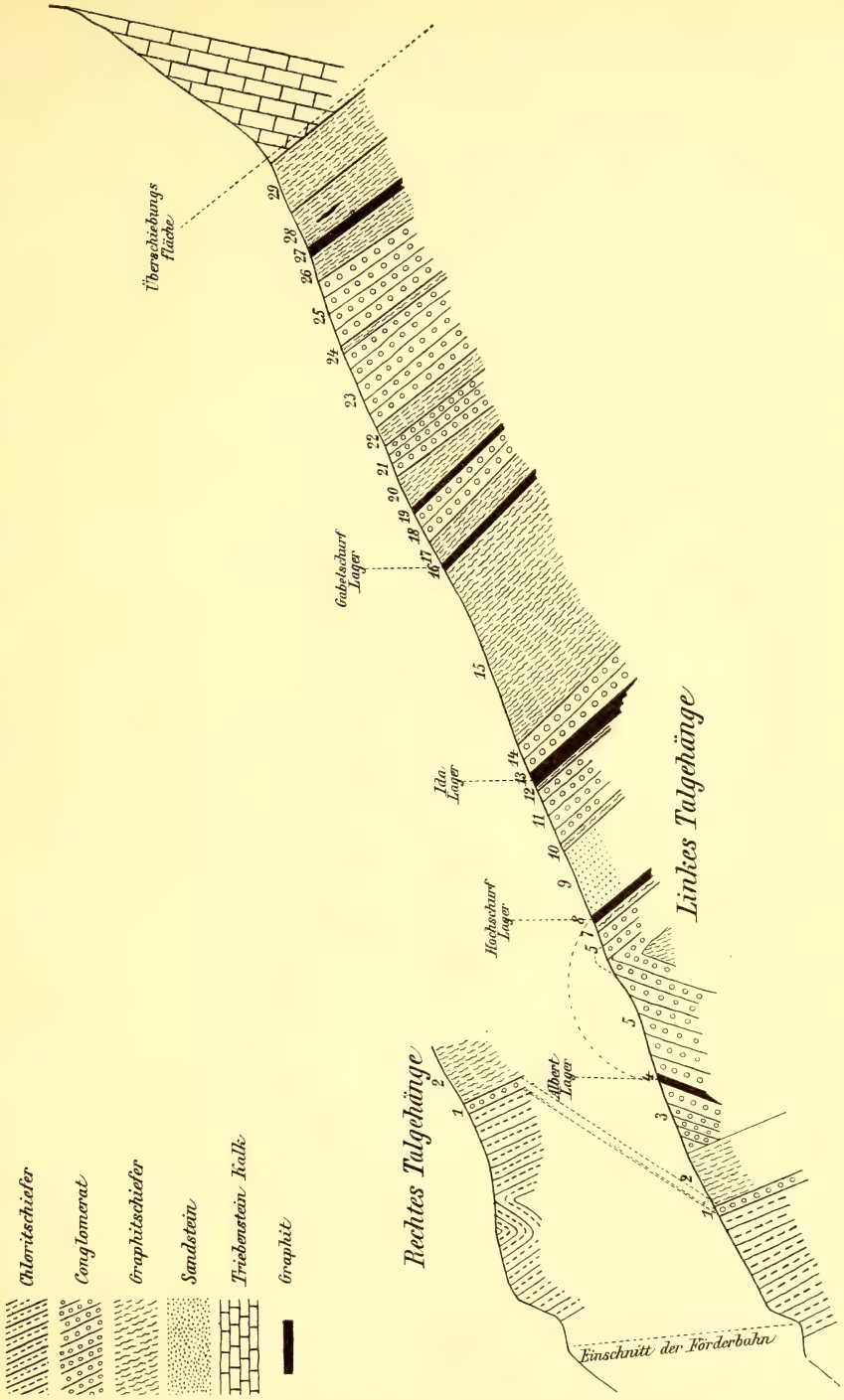


Fig. 9. Profil durch die graphitführende Serie des Oberkarbons beim Graphitwerk im Sunk. Nach den Mitteilungen des Herrn Bergverwalter Wenger und eigenen Aufnahmen gezeichnet. Maßstab 1 *mm* = 4 *m*.

345

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVI. BAND. X. HEFT.

JAHRGANG 1907. — DEZEMBER.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

(MIT 11 TAFELN UND 6 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1907.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER.

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER.
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LIBRARY OF
492057
MAR
SMITHSONIAN

INHALT

des 10. Heftes, Dezember 1907, des CXVI. Bandes, Abteilung I, der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse.

Seite

Siebenrock F., Über einige, zum Teil seltene Schildkröten aus Südchina. (Mit 1 Doppeltafel und 3 Textfiguren.) [Preis: 1 K 70 h — 1 M 70 pf] 1741

Jahn J. J., Über das quartäre Alter der Basalteruptionen im mährisch-schlesischen Niederen Gesenke. (Mit 6 Tafeln und 3 Textfiguren.) [Preis: 2 K 20 h — 2 M 20 pf] 1777

Werner F., Ergebnisse der mit Subvention aus der Erbschaft Treitl unternommenen zoologischen Forschungsreise Dr. Franz Werner's nach dem ägyptischen Sudan und Nord-Uganda. XII. Die Reptilien und Amphibien. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 3 K 15 h — 3 M 15 pf] . . 1823

Zederbauer E., Variationsrichtungen der Nadelhölzer. [Preis: 1 K 10 h — 1 M 10 pf] 1927

Preis des ganzen Heftes: 6 K 30 h — 6 M 30 pf.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXVI. BAND. X. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRISTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Über einige, zum Teil seltene Schildkröten aus Südchina

von

Kustos **F. Siebenrock.**

(Mit 1 Doppeltafel und 3 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Dezember 1907.)

Im Herbste laufenden Jahres erhielt das Museum von Herrn Dr. A. Razlag, Arzt in Canton, eine Anzahl Schildkröten aus dem südlichen China zum Geschenk. Die Tiere wurden in den Provinzen Kwang Si und Kwang Tung gesammelt und teils lebend, teils in Formol konserviert nach Wien gesandt. Die Kollektion besteht aus 6 Arten mit einer Unterart in 27 Exemplaren, und zwar: *Platysternum megacephalum* Gray, *Geoclemys reevesii* Gray, *Geoclemys reevesii unicolor* Gray, *Geoemyda spengleri* Gmel., *Cyclemys trifasciata* Bell., *Trionyx steindachneri* Siebenr. und *Trionyx sinensis* Wiegm.

Dr. A. Razlag gab bei jeder Art den chinesischen Namen samt der deutschen Übersetzung an und fügte außerdem noch einige Bemerkungen hinzu, welche an geeigneter Stelle mitgeteilt werden.

Ein erhöhtes Interesse für die Systematik hat *Platysternum megacephalum* Gray, weil diese Schildkröte durch ihren Habitus und in ihrem Baue Anklänge sowohl an die *Chelydridae* als auch an die *Emydidae* aufweist und ein Bindeglied zwischen diesen beiden Gruppen darstellt. Auf diese Tatsache wurde bei der Bearbeitung besondere Rücksicht genommen und auf Grund der gewonnenen Resultate die Phylogenie der genannten Schildkröte klarzustellen versucht.

Ferner folgt eine ausführliche Beschreibung erwachsener und halbwüchsiger Exemplare von *Trionyx steindachneri* Siebenr., von welcher Art bisher nur ganz junge Tiere bekannt waren.

Endlich wird der Nachweis erbracht, daß Stejneger in seinem ausgezeichneten, soeben erschienenen Werke: »Herpetology of Japan and adjacent territory, Washington 1907« *Trionyx sinensis* Wiegm. irrigerweise nach verschiedenen Lokalitäten in vier selbständige Arten getrennt hat, wie dies auch schon von früheren Autoren geschehen ist. Nach meinen Untersuchungen, welche an der Hand eines reichhaltigen Materials angestellt wurden, kann es sich hier nicht einmal um selbständige Unterarten, geschweige denn um Arten handeln, weil die Unterschiede nicht konstant, sondern bloß individueller Natur sind. Daher gehören alle Exemplare der verschiedenen Fundorte, welche sich vom Amurgebiet bis zur Insel Timor im Sundaarchipel erstrecken, zur einen Art *Trionyx sinensis* Wiegm.

Platysternum megacephalum Gray.

Platysternum megacephalum Boulenger, Cat. 1889, p. 46; C. de Elera, Cat. Sist., Fauna de Filipinas, I, 1895, p. 399; Fea, Ann. Mus. Genova (2), XVII, 1897, p. 449; Mocquard, Rev. Colon., Reptiles de l'Indo-Chine, 1907, p. 12.

Vier Exemplare, ein Männchen und drei Weibchen, in halbwüchsigem Alter. Länge des Rückenschildes vom größten Exemplar, ♂, 114 *mm*, dessen Breite 85 *mm*, Höhe der Schale 40 *mm*; diese Maße verhalten sich beim kleinsten Exemplar wie 96 : 76 : 27.

Schon Boulenger, Ann. Nat. Hist. (5), XIX, 1887, p. 461, hat auf die große Ähnlichkeit im Schädelbau von *Platysternum* Gray mit *Macroclemmys* Gray hingewiesen. Allein nicht nur am Schädel, sondern auch am übrigen Skelette sind so viele übereinstimmende Merkmale vorhanden, daß an der nahen Verwandtschaft dieser beiden Gattungen nicht gezweifelt werden kann. Die wenigen Unterschiede, welche sich bei *Platysternum* Gray konstatieren lassen, bilden Anklänge an

die *Emydidae*, so daß diese Gattung den Übergang von den *Chelydridae* zu den *Emydidae* vermittelt.

Die Halswirbel stimmen in der Form mit denen der *Emydidae* überein, weil der siebente so wie bei diesen amphicöl und der achte amphicyrtom ist, während die vier letzten Halswirbel bei den *Chelydridae* procöl sind. Rudimentäre untere Bogen, Hypapophysen, kommen so wie bei *Macroclemmys* Gray und bei vielen *Emydidae* am ersten bis fünften Halswirbel vor; sie fehlen dagegen bei *Chelydra* Schw., wie ich mich an drei darauf untersuchten Skeletten überzeugen konnte.

Der erste Rückenwirbel besitzt so wie bei den *Chelydridae* sehr lange Rippen, welche mehr als die halbe Länge des zweiten Paares betragen, auf dem sie liegen. Der zehnte Rückenwirbel steht mit dem vorhergehenden neunten beweglich in Verbindung, denn seine Rippenenden laufen spitz zu und erreichen jene des neunten Wirbels nicht mehr; sie tragen daher auch zur Befestigung des Beckens nicht bei. In ganz ähnlicher Weise verhält sich derselbe Wirbel bei *Macroclemmys* Gray, während bei *Chelydra* Schw. an ihm Rippen überhaupt fehlen. Somit besitzt bloß die letztere Gattung einen Lendenwirbel, wie es bei den *Cinosternidae* der Fall ist, bei denen aber auch schon der vorletzte Rückenwirbel einen solchen vorstellt.

Von den 35 Schwanzwirbeln sind die drei ersten procöl, der nächste amphicöl, dann folgen zehn opisthocöle und 21 procöle Wirbel. Die drei ersten Schwanzwirbel tragen kurze Rippen, die darauffolgenden zwölf Querfortsätze und bei den übrigen fehlen auch diese. Untere Bogen, Hypapophysen, kommen vom dritten bis zum 23. Schwanzwirbel vor. Ganz ähnlich verhält sich die Schwanzwirbelsäule der *Chelydridae*, nur mit dem Unterschiede, daß bei ihnen alle Wirbel vom vierten oder fünften an opisthocöl sind.

An der Rückenschale interessiert hauptsächlich die Nuchalplatte, welche so wie bei den *Emydidae* ohne rippenartige Fortsätze ist und daher des Hauptkriteriums der chelydroideen Schildkröten entbehrt. Dadurch nähert sich der Charakter von *Platysternum* Gray jenem der *Emydidae*. Ebenso deutet die ganze Form des Plastrons auf die Affinität

mit den *Emydidae* hin und bloß in der Verbindungsweise mit der Rückenschale, insbesondere durch die fingerförmigen Fortsätze an den lateralen Rändern der Hyo- und Hypoplastra, ergeben sich wieder Anklänge an die *Chelydridae*. Übrigens läßt sich die Form des Entoplastrons und der Epiplastra sehr leicht von derjenigen bei *Macroclemmys* Gray ableiten, denn dieselben reichen bei *Platysternum* Gray, sowie bei den *Chelydridae* sehr weit nach rückwärts, während sie bei den emydiden Schildkröten niemals diese Ausdehnung erreichen. Somit wäre auch hierin ein Moment zu erblicken, welches auf den Übergang der letzteren Familie zu den *Emydidae* hinweist.

An den vorderen Gliedmaßen sind hauptsächlich zwei Skeletteile für die Phylogenie von Interesse. *Macroclemmys* Gray besitzt am distalen Ende des Oberarmes ein Foramen epicondyloideum nervi radialis mit einer Zuleitungsrinne, bei *Platysternum* Gray ist bloß die letztere anwesend und bei *Chelydra* Schw. fehlt auch sie. Aus dieser Tatsache ergibt sich abermals eine engere Beziehung von *Platysternum* Gray zu *Macroclemmys* Gray als zu *Chelydra* Schw.

Allen drei Gattungen gemeinsam sind drei Phalangen am äußeren oder kleinen Finger anstatt zwei wie bei den *Emydidae* mit wenigen Ausnahmen.

Das Becken gleicht in der Form jenem der *Emydidae,* es ist breit und kurz, die Schambeinhöcker, welche dem Plastron anliegen, laufen nicht parallel wie bei den *Chelydridae,* sondern sie divergieren nach vorn.

Das Becken steht bei den Schildkröten in Korrelation mit der Form des Plastrons, welches demselben, beziehungsweise seinen Organen zum Schutze dient; daher bedeckt es das Becken ganz oder doch größtenteils.

Nach der fast allgemein herrschenden Anschauung der Paläontologen hat man in den Landschildkröten die primärsten Formen dieser Ordnung zu erblicken, aus denen sich die Süßwasser- und die Meeresschildkröten ableiten lassen. Die Landschildkröten bedürfen wegen ihrer Unbeholfenheit und trägen Lokomotion des ausgiebigsten Schutzes, weshalb bei ihnen der vollkommenste Panzer vorhanden ist. Ihr Plastron und speziell der Hinterlappen zeichnet sich durch eine mehr weniger

ansehnliche Breite aus, mit der die Form des dahinterliegenden Beckens übereinstimmt.

Die Süßwasserschildkröten besitzen ebenfalls ein breites Becken, das mit der Ausdehnung des Plastrons zusammenhängt. Allein manche von ihnen halten sich in Sümpfen oder im trüben Wasser auf, weshalb sie den ausgiebigen Schutz eines breiten Plastrons entbehren können. Es findet somit eine Reduktion statt, indem dasselbe durch Verschmälerung der beiden Lappen und der Brücke kreuzförmig wird wie bei den *Chelydridae* und unter den *Cinosternidae* bei den *Staurotypinae*. Dadurch entstehen ausgedehnte häutige Zwischenräume an der Unterseite der Schale und diese gestatten eine größere Bewegungsmöglichkeit der Gliedmaßen, welche notwendig ist, weil dieselben als Schwimmfüße weniger geeignet erscheinen als bei den übrigen Süßwasserschildkröten.

Bot schon die Schale sehr wesentliche Merkmale dar, welche die Affinität von *Platysternum* Gray mit den *Chelydridae*, speziell aber mit *Macroclemmys* Gray vor Augen führen, so geschieht dies in noch weit erheblicherem Maße beim Kopf. An der Schale und an der Halswirbelsäule deuten immerhin noch einige Verhältnisse auf den Einschlag des Emydidentypus hin, in der Form und im Baue des Schädels herrscht jedoch eine nahezu vollständige Übereinstimmung zwischen *Platysternum* Gray und *Macroclemmys* Gray und ihre Homologie ist, wie bereits hervorgehoben wurde, eine bedeutend größere als zwischen *Platysternum* Gray und *Chelydra* Schw. Dies dürfte nachfolgende Zusammenstellung der Merkmale aller drei Formen am überzeugendsten beweisen.

Platysternum Gray	*Macroclemmys* Gray	*Chelydra* Schw.
1. Kopf sehr groß, in die Schale nicht zurückziehbar.[1]	1. Kopf sehr groß, in die Schale nicht zurückziehbar.	1. Kopf mäßig groß, in die Schale zurückziehbar.

[1] Merkwürdigerweise steht in Brehm's Tierleben, 3. Auflage, 1892, Kriechtiere und Lurche, daß *Platysternum megacephalum* Gray den riesigen Kopf unter die Schale einziehen könne. Dies ist wohl aus rein mechani-

Platysternum Gray	*Macroclemmys* Gray	*Chelydra* Schw.
2. Schläfendach weit nach hinten ausgedehnt.	2. Schläfendach ziemlich weit nach hinten ausgedehnt.	2. Schläfendach wenig nach hinten ausgedehnt.
3. Jugale von der Begrenzung der Augenhöhle ausgeschlossen, durch das Postfrontale zurückgedrängt.	3. Das Jugale begrenzt die Augenhöhle nur mit einem schmalen Streifen.	3. Das Jugale begrenzt die Augenhöhle eine breite Strecke.
4. Augenhöhlen seitlich gelegen, Zwischenraum breit.	4. Augenhöhlen seitlich gelegen, Zwischenraum breit.	4. Augenhöhlen aus- und aufwärts gewendet, Zwischenraum schmal.
5. Pterygoidea in der Mitte schmal, Foramina subtemporalia sehr groß.	5. Pterygoidea in der Mitte schmal, Foramina subtemporalia sehr groß.	5. Pterygoidea in der Mitte breit, Foramina subtemporalia mäßig groß.
6. Hinteres Gaumenloch klein, unten vom Palatinum allein begrenzt.	6. Hinteres Gaumenloch klein, unten vom Palatinum allein begrenzt.	6. Hinteres Gaumenloch groß, unten vom Palatinum und vom Maxillare begrenzt.
7. Unterkiefersymphyse breit, nach oben in einen Stachel verlängert.	7. Unterkiefersymphyse breit, nach oben in einen Stachel verlängert.	7. Unterkiefersymphyse schmal, ohne Stachel.

Die meisten der hier angeführten Merkmale hängen mit der Form des Kopfes zusammen. Der Kopf kann bei den Schildkröten gegen eventuelle Angriffe durch Umlegen oder durch Zurückziehen in die Schale geschützt werden; dies ist aber bei *Platysternum* Gray und *Macroclemmys* Gray wegen seiner ungewöhnlichen Größe nicht möglich. Daher finden wir das Schläfendach nach hinten weiter ausgedehnt als bei *Chelydra* Schw., um gleichsam einen knöchernen Panzer zu bilden.

Aus demselben Grunde besitzen die ersteren Gattungen zur wirksamen Verteidigung einen sehr kräftigen und mit

schen Gründen ganz ausgeschlossen, was ja auch die daselbst beigegebene Abbildung, welche allerdings den natürlichen Verhältnissen nicht vollkommen entspricht, beweisen muß.

einem langen, spitzen Haken bewaffneten Unterkiefer. Für diesen ist eine entsprechend starke Muskulatur nötig, welche durch die besonders geräumigen Foramina subtemporalia ermöglicht wird.

Auch die seitliche Lage der Augenhöhlen hängt bei *Platysternum* Gray und *Macroclemmys* Gray offenbar von dem Unvermögen ab, den Kopf in die Schale zurückzuziehen. Durch diese Stellung werden die Augen viel mehr geschützt, als wenn die Augenhöhlen wie bei *Chelydra* Schw. nach oben ragen und daher den Angriffen viel mehr ausgesetzt sind.

Nicht nur das Skelett von *Platysternum* Gray, sondern auch die inneren Organe, von denen bisher überhaupt noch nichts bekannt war, weisen auf die nahen Beziehungen zu den *Chelydridae* hin, wie sich aus der nachfolgenden Beschreibung ergeben wird.

Die schwarz pigmentierte Zunge ist herzförmig, vorn breit und abgerundet, hinten beiderseits in ziemlich lange Zipfel ausgezogen. Ihre Oberfläche bedecken große, derbe und daher verhältnismäßig wenige Papillen.

Das Zungenbein besteht aus dem fünfeckigen Hyoidkörper, welcher in der Mitte und vorn noch knorpelig ist, während die Ossifikation hinten und seitlich bis zum ersten Branchialbogen schon Platz gegriffen hat. Der in eine scharfe Spitze endigende Processus lingualis wird von unten durch ein breites, herzförmiges Entoglossum gestützt, von dessen Basis ein kurzer, breiter Stiel nach hinten hervorragt.[1]

Nur der kurze, dreieckige Hyoidbogen ist knorpelig, die Branchialbögen I und II bilden sanft aufwärts gekrümmte Knochenstäbe, von denen letzterer knorpelig endigt.

Das Zungenbein von *Platysternum* Gray zeigt eine große Übereinstimmung mit dem von *Macroclemmys* Gray, ausgenommen daß bei letzterer Gattung der II. Branchialbogen am freien Ende spatelförmig verbreitert anstatt rund ist.

---

[1] Dr. H. Fuchs (Anat. Anz., XXXI, 1907, p. 39) bezweifelt die Richtigkeit meiner Angabe (Ann. Hofmus. Wien, XIII, 1899, p. 431), daß ein Entoglossum bei allen Schildkröten anwesend sei.

Der genannte Autor vermochte nämlich bei zwei Embryonen von *Emys orbicularis* L. mit im übrigen schon vollkommen entwickeltem Knorpelskelett

Den weiten, dünnwandigen Schlund bedeckt eine wabenförmig gefaltete Schleimhaut, auf der mäßig große, runde Papillen zerstreut stehen; dagegen ist die glatte Schleimhaut der Speiseröhre von enggesetzten, stark hervortretenden Längsfalten durchzogen. Die Speiseröhre erweitert sich nach dem Eindringen in die Leibeshöhle in den nur wenig geräumigen Magen, ohne daß die Cardiagegend besonders gekennzeichnet wäre.

Der Magen ist anfangs bogenförmig, dann nach rechts quer gelagert, wo er durch den Pylorus in den deutlich abgesetzten Dünndarm übergeht. Dieser beschreibt hinter dem rechten Leberlappen einen großen Bogen gegen die rechte Körperwand, geht dann fast gerade nach hinten, bildet eine transversale Doppelschlinge, kehrt wieder nach vorn zurück und erweitert sich hinter dem Pylorus in den glockenförmigen Dickdarm. Letzterer zieht in gerader Richtung zur Beckenhöhle,

---

noch keine Spur vom Entoglossum wahrzunehmen, obwohl die Verknöcherung bereits an mehreren Stellen des Skelettes begonnen hatte.

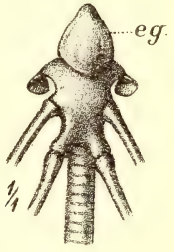


Fig. 1. *Emys orbicularis* L.

Zungenbeinkörper von unten mit dem vorn aufliegenden Entoglossum *eg*. Nat. Gr.

Nach den mir vorliegenden, selbst gefertigten Präparaten vom Zungenbeinapparat der in Rede stehenden Schildkröte kann ich neuerdings konstatieren, daß bei ihr so wie bei allen anderen Arten, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, ein verhältnismäßig großes und wie bei allen Süßwasserschildkröten ein ovales Entoglossum anwesend ist. Wenn es Dr. H. Fuchs bei den Embryonen noch nicht wahrzunehmen vermochte, dann liegt wohl die Annahme sehr nahe, daß es sich erst postembryonal entwickeln dürfte.

wo er als Koprodäum endigt und in das Proktodäum einmündet, von dem er durch eine Ringfalte getrennt wird.

Die Leber hat eine ganz ungewöhnliche Form, weil der linke Lappen durch zwei tiefe Längseinschnitte in drei Unterlappen geteilt ist. Von diesen erscheint der lateralste am meisten separiert, da er mit dem medianen, dem größten Unterlappen, nur durch eine schmale Brücke zusammenhängt. Die Verbindung der beiden Leberlappen geschieht nicht durch eine doppelte Brücke wie bei den anderen Schildkröten, sondern durch eine einfache, und zwar durch die vordere, respektive die dorsale. Der linke Leberlappen bedeckt fast ganz den Magen, der rechte den bogenförmigen Anfangsteil des Dünndarms und den hinter ihm liegenden Endteil samt dem anstoßenden Dickdarm, so daß in der Normallage der Eingeweide bloß die beiden transversalen Dünndarmschlingen zu sehen sind. In den Anfangsteil des Dünndarms, welcher bogenförmig der Konkavität des rechten Leberlappens anliegt, münden zwei Ausführungsgänge ein. Der mehr medial gelegene ist der Ductus hepaticus, der laterale der Ductus cysticus, welcher ebenso wie der Lebergang unmittelbar aus der Lebersubstanz hervorbricht, ohne daß von der Gallenblase auch nur eine Spur zu sehen wäre. Erst beim Durchschneiden der Lebersubstanz an dieser Stelle findet man sie in derselben vollständig eingebettet. Daher ist man beim Anblick der Leber geneigt, zu glauben, daß die Gallenblase bei *Platysternum* Gray fehle.

Alle Schildkröten scheinen eine Gallenblase zu besitzen und die Angabe J. Müller's (Stannius, Zootom. Amph., 1856, p. 196), wonach sie bei *Testudo nigra* vermißt werde, dürfte auf einen ähnlichen Fall wie bei *Platysternum* Gray zurückzuführen sein.

Die Lage der Gallenblase ist bei den Schildkröten überhaupt sehr variabel. Sie kann ganz an die Oberfläche der Leber verlegt sein, so daß sie bei Eröffnung der Leibeshöhle sofort sichtbar wird, wie bei *Cinosternum steindachneri* Siebenr., oder sie ragt unter dem äußeren Leberrand hervor wie bei *Homopus areolatus* Thunb. oder sie liegt mitten in der konkaven Fläche der Leber wie bei vielen *Testudo*-Arten.

Die Gallenblase kann auch in der Lebersubstanz größtenteils eingebettet sein, so daß außer dem Ductus cysticus bloß der sich anschließende Teil derselben noch hervorragt, wie dies bei *Macroclemmys* Gray der Fall ist. Wird sie aber ganz von der Lebersubstanz umschlossen, so daß nur mehr der Ductus cysticus aus ihr herausführt, so hat man das Verhältnis, wie es bei *Platysternum* vorkommt. Auch da läßt sich ein Grundzug der Gemeinsamkeit in der Organologie zwischen den zwei letzteren Gattungen erkennen; denn die Tendenz des gänzlichen Verschwindens der Gallenblase in der Leber bei *Platysternum* Gray ist schon im Verhalten dieser Teile bei *Macroclemmys* Gray ersichtlich.

Die rötlich weiße, ziemlich konsistente Bauchspeicheldrüse erstreckt sich als schmaler Streifen vom Pylorus an der Hinterwand des Dünndarmes längs seiner Krümmung bis in die Gegend, wo dieser in den Dickdarm übergeht. Die Bauchspeicheldrüse hat somit eine transversale Lage und sie beschreibt auf der rechten Seite einen Bogen nach hinten. Am Ende des letzteren liegt hinter dem Dickdarm die ovale, braun gefärbte Milz, fast ganz frei am Bauchfell angeheftet.

Der Kehlkopf zeigt einige Unterschiede von jenem bei *Macroclemmys* (Siebenrock, Sitz. Ber. Ak. Wien, 108, Abt. I, 1889, Taf. I, Fig. 6 bis 8), die aber nicht prinzipieller Natur sind. Der Schildringknorpel ist kürzer als bei der letzteren Gattung und ziemlich stark gewölbt; er hat unten bloß eine einzige große, häutige Interstitie und am Vorderrande seines gespaltenen Oberteiles sitzt das Procricoid auf.

Der Gießbeckenknorpel besteht aus einem Processus ascendens, welcher in eine ziemlich lange Spitze ausläuft; außen entspringt ein kurzer Processus muscularis und vorn ein mäßig langer Processus vocalis.

Die Luftröhre liegt anfangs auf der Speiseröhre und wendet sich nach dem Eintritt in die Leibeshöhle rechts von ihr. Eine kurze Strecke darnach teilt sich die Luftröhre in die beiden Luftröhrenäste, von denen der rechte in gerader Richtung zur Lungenpforte gelangt, während der linke die Speiseröhre umspannt und ober ihr in der Cardiagegend die linke Lunge erreicht. Die Luftröhre besteht aus 41, der rechte Luftröhrenast

aus 28 und der linke aus 34 Knorpelringen. Die vier vordersten der Luftröhre sind oben offen und jene der Luftröhrenäste anastomosieren vielfach miteinander.

Die Lungen sind so wie bei allen Schildkröten dreieckige Säcke, die mit den Spitzen bis hinter die Nieren reichen.

Das Herz fällt durch die ungewöhnliche Breite auf, weil an den Seiten der Vorkammern die Sinus venosi ganz merklich hervorragen. Sie übertreffen an Ausdehnung noch jene von *Macroclemmys* Gray, deren besondere Größe schon G. Fritsch (Arch. Anat. und Phys., 36 [1869], p. 669, Taf. XX, Fig. 6) hervorgehoben hat. Allein während bei dieser Schildkröte bloß der rechte Sinus venosus hinter seiner Vorkammer hervortritt, ist dies bei *Platysternum* Gray auch, und zwar in noch höherem Maße beim linken der Fall.

Die beiden Aortenbogen, welche gemeinsam als Bulbus arteriosus, dem mittleren der drei großen Gefäßstämme, der Herzkammer entspringen, vereinigen sich dorsalwärts, ziemlich weit vorn zur Aorta descendens durch einen auffallend kurzen Ramus anastomoticus. Vor diesem entspringt aus der Aorta sinistra die Arteria gastro-epiploica und unmittelbar hinter ihr die Arteria mesenterica.

Die zwischen den beiden Carotidenstämmen gelegene unpaarige Schilddrüse ist von querovaler Form und etwas abgeplattet.

Die Thymusdrüse scheint an diesem Präparate bei der Herausnahme der Eingeweide aus der Schale entfernt worden zu sein, weil keine Spur davon sichtbar ist.

Die mäßig großen Nieren liegen dorsalwärts beiderseits vom Mastdarm. Sie bilden an der Oberfläche nur wenige, aber dafür große Windungen zum Unterschiede von *Macroclemmys* Gray, wo sie durch ihren Windungsreichtum auffallen. Die Harnleiter führen in die kugelrunde Harnblase, welche durch einen kurzen Hals in das Urodäum mündet.

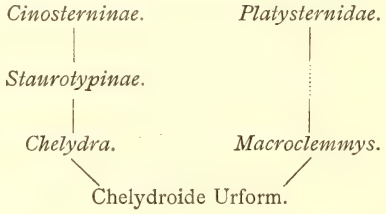
Von den beiden Eierstöcken haben sich bloß im linken Eier in geringer Größe entwickelt, der rechte Eierstock ist im virginalen Zustand geblieben. Die mehrfach gewundenen Ovidukte endigen gleichzeitig mit den Harnleitern durch

Urogenitalpapillen beiderseits etwas hinter der Blasenöffnung in den Sinus urogenitalis.

Der an der dorsalen Wand des Proktodäums gelegene Kitzler besteht aus einem kleinen runden Knötchen, der Eichel, umgeben von einem Schleimhautwulst, dem Präputium des Kitzlers.

Die Analblasen liegen nicht frei in der Leibeshöhle, sondern sie werden durch das Bauchfell an die Körperwand der Leistengegend befestigt. Sie haben eine ziemlich große Ausdehnung und ihre Schleimhaut ist bis zur Einmündung in das Proktodäum mit langen Zotten besetzt. Auch *Macroclemmys* Gray besitzt ziemlich große Analblasen, während sie bei *Chelydra* Schw. nach Schmidtgen (Zool. Jahrb., Anat., XXIV, 1907, p. 405) noch rudimentär sind und eine zweizipfelige Tasche darstellen.

Aus dem angeführten Tatsachenmaterial geht wohl zur Genüge die Affinität von *Platysternum* Gray mit *Macroclemmys* Gray hervor, so daß an einen engeren Zusammenschluß gedacht werden müßte, als man bisher angenommen hatte, würden nicht anderseits wieder einschneidende Unterschiede eine große Kluft zwischen den beiden Gattungen erkennen lassen. Daß *Platysternum* Gray in unmittelbarer Nähe der chelydroiden Schildkröten im System zu stehen kommt, ist klar. Da aber auch sehr gewichtige Merkmale dieser Gattung mit den *Emydidae* übereinstimmen, so hat man es hier mit einer Form zu tun, welche ein Bindeglied dieser Gruppen vorstellt und an die äußerste Grenze der chelydroiden Gruppe gerückt ist. Dies möge nachstehendes Schema veranschaulichen.



Daß *Macroclemmys* Gray geologisch älter als *Platysternum* Gray sein muß, unterliegt wohl keinem Zweifel, denn die erstere Gattung tritt schon im Tertiär auf, während von *Platysternum* Gray fossile Funde bis jetzt noch unbekannt sind.

Eben vor kurzem beschrieb O. P. Hay (Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XXIII, 1907, p. 847) Knochenfunde einer neuen *Macroclemmys*-Art aus dem Pliozän der Westküste Floridas, also aus der Heimat der einzigen rezenten Art.

Leider konnte bei diesen phylogenetischen Betrachtungen *Devisia mythodes* Ogilby (Proc. R. Soc. Queensland, XIX, 1905, p. 11), eine chelydride Schildkröte aus Neuguinea, nicht berücksichtigt werden. Da der Autor von ihr keine Abbildung gegeben hat, ist es sehr schwierig, sich nach der Beschreibung allein eine genaue Vorstellung davon zu machen. Ebenso fehlen Anhaltspunkte über den Bau des Skelettes, dessen Kenntnis für die systematische Beurteilung von eminenter Wichtigkeit ist.

Die Exemplare von *Platysternum* Gray aus Kwang Si und Kwang Tung stimmen in ihren habituellen Merkmalen nahezu vollständig mit der Beschreibung Boulenger's l. c. überein. Nur sei bei einigen dieser Merkmale mit besonderem Nachdruck auf die Ähnlichkeit mit den *Chelydridae* hingewiesen, weil sie für die Phylogenie von großer Wichtigkeit sind.

An der unteren Fläche des vorderen Schalenrandes bilden die daselbst liegenden Schilder, das Nuchale und das erste Marginalpaar, so wie bei den *Chelydridae* einen sehr schmalen Streifen als Einfassung der Nuchalplatte, während dieser Streifen bei den übrigen Schildkröten immer breit ist.

Ein weiterer wichtiger Umstand für die Phylogenie von *Platysternum* Gray liegt in der Beschilderung des Plastrons. Von besonderer Form sind die Gularia, da sie die ganze Breite des Vorderlappens einnehmen, wie es bei den *Chelydridae* der Fall ist. Nur endigt der Vorderlappen bei dieser Familie spitz, bei *Platysternum* Gray aber breit, was mit der Anpassung an die Lebensweise im trüben oder im klaren Wasser zusammenhängt.

Die Pectoralia sind länger als die anstoßenden Abdominalia, die Seitenflügel dieser Schilder, welche die schmale Brücke bedecken, verhalten sich aber umgekehrt. Bei *Chelydra* Schw. reichen die langen Femoralia unmittelbar bis zu den ebenfalls sehr langen Pectoralia, weil von den Abdominalia bloß die Seitenflügel entwickelt sind. Diese findet man bei *Macroclemmys* Gray schon sehr häufig durch eine Quernaht in zwei Teile

zerlegt, wovon der vordere kürzer als der hintere ist und vom anstoßenden Pectorale durch eine schräge Naht getrennt wird. Daß diese Naht auch verschwinden kann, hat schon Boulenger l. c., p. 26, Fig. 7*c*., gezeigt. Somit stellen die vorderen Teile, die durch Querteilung der Abdominalia ent-

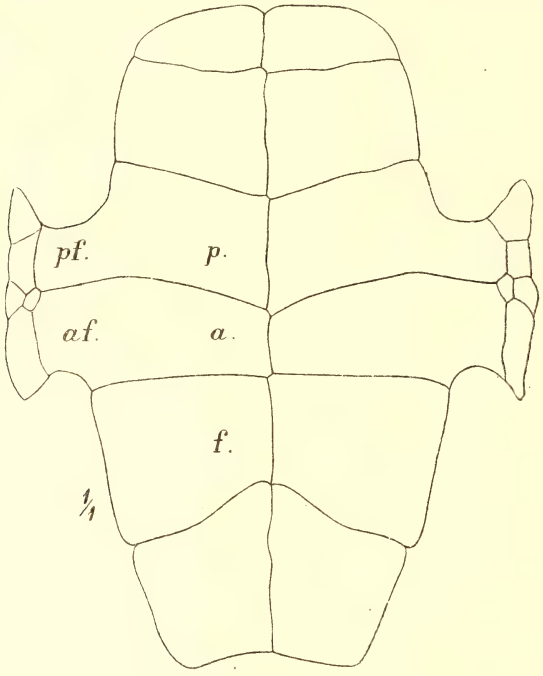


Fig. 2. *Platysternum megacephalum* Gray.

Mittlerer Teil des Plastrons. Nat. Gr.
p = Pectorale. *a* = Abdominale.
pf = Pectoralflügel. *af* = Abdominalflügel.
f = Femorale.

standen sind, die Seitenflügel der Pectoralia dar, welche entweder durch eine schräge Naht voneinander getrennt oder mit ihnen vereinigt sein können.

Bei dem mir vorliegenden Plastron von *Macroclemmys* Gray ist das erstere der Fall. Es zeigt aber einen weiteren, sehr wichtigen Befund dadurch, daß zwischen den Pectoralia und Femoralia ein kurzes Schilderpaar eingeschoben ist, welches beiderseits mit dem Hinterteil des Seitenflügels durch eine

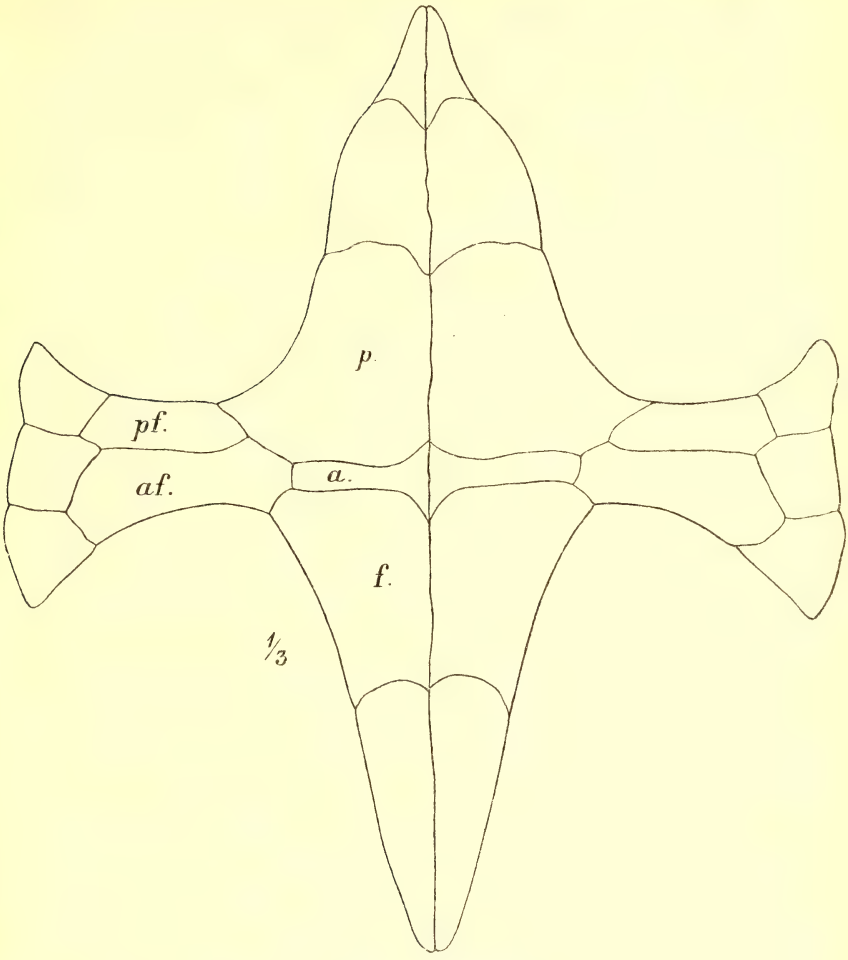


Fig. 3. *Macroclemmys temminekii* Holbr.

p = Pectorale. *a* = Abdominale.
pf = Pectoralflügel. *af* = Abdominalflügel.
f = Femorale.

schräge Naht zusammenstoßt. Dieses Schilderpaar stellt offenbar die Abdominalia dar, deren Seitenflügel noch durch eine Naht getrennt sind.

Vergleicht man daher die Beschilderung des Plastrons von *Chelydra* Schw., *Macroclemmys* Gray und *Platysternum* Gray, so läßt sich abermals eine phylogenetische Stufenreihe

feststellen, in der *Chelydra* Schw. den niedrigsten Rang einnimmt und *Platysternum* Gray den höchsten. Dazwischen steht *Macroclemmys* Gray, welche Gattung nach der Beschaffenheit des Plastrons vielleicht unmittelbar von der chelydroiden Stammform abzuleiten ist, während zwischen ihr und *Platysternum* Gray eine größere Kluft durch noch fehlende Zwischenglieder auszufüllen sein dürfte.

Auch unter den *Emydidae* kommen zuweilen ähnlich geformte Gularia wie bei *Platysternum* Gray vor, so beispielsweise bei der Gattung *Batagur* Gray aus Indien. Diese Gattung zeigt überhaupt einige Übereinstimmung in der Gesamtform des Plastrons mit *Platysternum* Gray. Zieht man ferner noch in Erwägung, daß *Batagur* Gray ebenso wie die *Chelydridae* am äußeren oder kleinen Finger der Vordergliedmaßen drei anstatt zwei Phalangen besitzt, so ist die Annahme eines phylogenetischen Zusammenhanges zwischen *Platysternum* Gray und *Batagur* Gray nicht von der Hand zu weisen, zumal ja die erstere Gattung einige sehr gewichtige Charakterzüge der *Emydidae* aufweist.

Die Zeichnung, respektive das Farbenkleidmuster scheint bei *Platysternum megacephalum* Gray einigermaßen variabel zu sein, wie die mir vorliegenden Exemplare aus Kwang Si und Kwang Tung beweisen.

Rückenschild lichtbraun mit mehr weniger deutlichen, auf der ganzen Oberfläche zerstreuten schwarzen Punkten und kleinen Strichen. Plastron und Unterseite des Rückenschildes gelb mit schwarzen, wolkigen Flecken, die entweder sehr stark entwickelt sein können oder bloß angedeutet sind. In ersterem Falle sieht das Plastron dunkel, in letzterem licht aus. Kopf graubraun mit einigen schwarzen Längsstrichen auf der Oberfläche, an den Seiten rötlich gelbe, rundliche Flecke, die sich bei zwei Exemplaren auch auf die Kiefer erstrecken. Nur bei einem Exemplar ist der Streifen hinter dem Auge angedeutet, dafür fehlen aber die rötlich gelben Flecke an der Schläfe. Hals und Gliedmaßen oben so wie der Kopf gefärbt, unten grau; die oberen Schuppen der Gliedmaßen mit rötlich gelben Punkten versehen. Eine ähnliche Färbung besitzen die rundlichen Warzen an der Kehle. Eine schwarze, mediane Linie unten am

Schwanze, welche Duméril und Bibron (Erpét. gen., II, 1835, p. 347) und Boulenger l. c. angeben, fehlt bei allen vier Exemplaren spurlos. Der Schwanz ist lichtbraun gefärbt und hat unten zahlreiche kleine, rötlich gelbe Flecke.

Der sekundäre Geschlechtscharakter liegt nicht in der Form des Plastrons, sondern in der Lage der Kloakenöffnung. Diese ist beim Männchen weiter nach hinten gerückt als beim Weibchen, außerdem hat das Männchen eine etwas dickere Schwanzwurzel als das Weibchen.

Platysternum megacephalum Gray gehört ausschließlich dem orientalen Faunengebiet an. Es wurden bisher Exemplare gefunden in: Südchina (Gray, Proc. Zool. Soc. London, 1831), Kwang Si und Kwang Tung, Südchina (Swinhoe, Proc. Zool. Soc. London, 1870, und Siebenrock), Siam (Boulenger l. c.), Birma (Boulenger l. c.), Pegu (Blyth, Journ. Asiat. Soc. Bengal, XXIV, 1855), Tenasserim (Boulenger, Ann. Mus. Genova [2], IV, 1887). Außerdem führt C. de Elera l. c. diese Schildkröte auch von Mindoro, einer Insel des Philippinenarchipels, an.

Platysternum megacephalum Gray wird von den Chinesen in Kwang Si und Kwang Tung »Ying Chöü Kwai«, Adlerschnabel-Schildkröte, genannt. Das Tier wird nach Fea (Ann. Mus. Genova [2], XVII, 1897, p. 449) von den Eingebornen in Birma des Fleisches wegen in den Kaskaden der Flüsse gefangen. Im Wasser läßt es sich ohne viel Widerstand ergreifen, wenn es aber herausgenommen ist, soll es wütend herumbeißen.

Ich habe Gelegenheit, zwei Exemplare, ♂ und ♀, seit einigen Monaten lebend zu beobachten, da sie sich im Aquarium ganz wohl fühlen und gern Nahrung annehmen. Diese besteht aus rohem Fleisch (Rindsherz), welches ihnen, in lange, schmale Stücke geschnitten, wöchentlich einmal gereicht wird. Die Tiere ziehen das Fleisch als Nahrung den Fischen vor, welche ihnen lebend ins Aquarium gegeben werden. Sie erfassen die Fleischstücke mit großer Gier und verschlucken sie ruckweise, dabei wird der Hals, der im Verhältnis zum Kopf sehr dünn zu nennen ist, so weit wie möglich aus der Schale hervorgestreckt.

Gegen Temperatureinflüsse scheinen sie wenig empfindlich zu sein, denn sie sind in einem ungeheizten Aquarium (im Monat Dezember) untergebracht, in dem das Wasser nur beim Wechseln, in 2 bis 3 Tagen einmal, etwas erwärmt wird. Nimmt man die Tiere aus dem Wasserbehälter, so reißen sie den Mund weit auf und pfauchen ganz vernehmlich, aber den Versuch, nach einem zu schnappen, sah ich bei ihnen nie. Sie liegen selten ruhig am Boden des Aquariums, sondern ihre Beine sind in steter Bewegung. Nur zeitweise strecken sie die Schnauze aus dem Wasser hervor, um Luft einzuatmen, meistens ist der Kopf jedoch unter Wasser. Somit dürfte diese Art eine ausschließlich aquatische Lebensweise führen und sie scheint reines, klares Wasser dem trüben vorzuziehen, wie man beim Erneuern desselben wahrnehmen kann.

Geoclemys reevesii Gray.

Damonia reevesii Boulenger, Cat., 1889, p. 95; C. de Elera, Cat. Sist. fauna de Filipinas, I, 1895, p. 400.

Geoclemys reevesii part. Stejneger, Herp. Japan etc., Bull. U. S. Mus., 58 (1907), p. 497.

Geoclemys Gray hat, wie Stejneger l. c., p. 496, nachwies, die Priorität vor *Damonia* Gray, weshalb dieser Gattungsname beizubehalten ist.

11 Exemplare, 4 ♂ und 7 ♀, durchgehends jugendliche Individuen. Länge des Rückenschildes beim größten Exemplare 75 *mm*, dessen Breite 54 *mm*, Höhe der Schale 35 *mm*; diese Maße verhalten sich beim kleinsten Exemplar wie 52 : 42 : 25.

Die habituellen Merkmale dieser Tiere stimmen mit der ausführlichen Beschreibung Stejneger's l. c. überein, nur sei auf das starke Variieren der humeralen Mittelnaht am Plastron hingewiesen. Sie ist zwar nie länger als die gulare, sie kann aber nahezu so lang wie diese werden oder auch so kurz sein, daß sich nur die inneren Spitzen der Humeralia berühren; und davon hängt die Größe der Gularia ab.

Die Grundfarbe des Rückenschildes zeigt alle Nuancen von Hellbraun bis Dunkelbraun, niemals aber ist derselbe schwarz gefärbt. Der olivenfarbene Kopf besitzt seitlich und unten stets die gelben Zeichnungen, wie sie Stejneger l. c., p. 498, in

Figur 388 abbildet, mit einigen Variationen, die individueller Natur sind. Am konstantesten erweist sich der gelbe Saum des Mundwinkels und am meisten wechselt die Markierung vor dem Auge. Sie kann aus einem oder zwei Punkten bestehen, aus einem oder zwei Strichen, welche gegen die Schnauzenspitze hinziehen, oder sie kann auch gänzlich fehlen. Gewöhnlich sind am Halse sieben gelbe Längslinien anwesend, von denen drei seitlich liegen und eine oben; die oberste der Seitenlinien ist immer am deutlichsten zu sehen.

Geoclemys reevesii Gray kommt im südöstlichen Teil Chinas, in Korea und im südlichen Japan vor; außerdem erwähnt sie C. de Elera l. c. auch von den Inseln Luzon und Cavite des Philippinenarchipels.

Diese Schildkröte wird von den Chinesen in Kwang Si und Kwang Tung »Kamm Chin Kwai«, Goldgeld-Schildkröte, genannt und zur Wahrsagerei verwendet, indem man sie so wie bei uns einige Vögel das Ziehen von Glückszetteln lehrt.

Geoclemys reevesii unicolor Gray.

Damonia reevesii var. *unicolor* Boulenger, Cat., 1889, p. 96; Hilgendorf, Sitz. Ber. Naturf. Fr. Berlin, 1880, p. 111; Werner, Abh. Bayer. Ak. Wiss. München, II. Kl., XXII, 2 (1903), p. 353.

Geoclemys reevesii part. Stejneger, Herp. Japan etc., Bull. U. S. Mus., 58 (1907), p. 497.

Diese Schildkröte wurde von Gray (Ann. Nat. Hist. [4], XII, 1873, p. 78) ursprünglich nach mehreren Exemplaren, angeblich aus Shanghai, als selbständige Art beschrieben und von Sclater (Proc. Zool. Soc. London, 1873, p. 517) fast gleichzeitig unter dem gleichen Namen von Ningpo mitgeteilt.

Da sie wohl in der Färbung, nicht aber durch habituelle Merkmale von der Stammform verschieden ist, wandelte sie Boulenger l. c. ganz richtig in eine Unterart um. Stejneger l. c. ist gleichwohl anderer Meinung, indem er so wie Strauch (Mém. Ac. St. Pétersb. [7], XXXVIII, Nr. 2 [1890], p. 74) dieselbe für eine individuelle Aberration der Stammform hält und sie daher unter die Synonymie stellt. Dazu haben wir, glaube ich, wenigstens vorläufig noch keine Berechtigung, solange nicht nachgewiesen ist, daß es sich hier nicht um selbständige

Formen, sondern bloß um zufällig entstandene melanotische Individuen handelt.

Stejneger hat viel zu wenig Exemplare untersucht, um darüber ein endgültiges Urteil abgeben zu können. Die Exemplare, welche Schlegel (Abbild., 1844, p. 127) beschreibt und auf der Tafel 42 darstellt, gehören auch gar nicht zur Unterart *unicolor*, wie es Stejneger annimmt, sondern zur Stammform; wenn auch die Schale etwas dunkler als gewöhnlich gefärbt ist, sind dennoch Zeichnungen sowohl an den Seiten des Kopfes als an der Kehle sichtbar. Bei der Unterart fehlen dieselben eben vollständig, was leider in der von Sclater l. c. gegebenen Figur auf der Tafel 44 nicht ersichtlich ist.

In der Razlag-Kollektion befindet sich ein Exemplar von 88 *mm* Schalenlänge, welches einförmig dunkel gefärbt ist ohne Spur einer helleren Zeichnung oder Markierung an den Seiten des Kopfes und an der Kehle. Es sind nämlich alle Hartgebilde der Schale, die ungeteilte Haut auf dem Kopf und hinter den Augen, die Kiefer und die Schuppen der Gliedmaßen schwarz gefärbt, die Körperhaut zeigt dagegen ein Dunkelgrau. Außer diesem Exemplar besitzt das Museum noch ein anderes, fast schon erwachsenes aus Japan ohne genauere Fundortsangabe, welches mit dem vorhergehenden in der Färbung ganz konform ist.

Geoclemys reevesii unicolor Gray wird von den Chinesen in Kwang Si und Kwang Tung nicht verschieden von der Stammform benannt, wenigstens liegen keine diesbezüglichen Angaben von Seite Dr. Razlag's vor.

Geoemyda spengleri Gm.

Nicoria spengleri Boulenger, Cat., 1889, p. 120; C. de Elera, Cat. Sist. fauna de Filipinas, I, 1895, p. 401.

Geoemyda spengleri Stejneger, Herp. Japan etc., Bull. U. S. Mus., 58 (1907), p. 501.

Da gegen die Begründung Stejneger's, Proc. Biol. Soc. Washington, XV, 1902, p. 238, über die Priorität von *Geoemyda* Gray für *Nicoria spengleri* Gm. anstatt des bisher üblichen Namens *Nicoria* Gray nichts einzuwenden ist, wird hier

der erstere Gattungsname im Sinne des genannten Autors restituiert.

4 Exemplare, 2 ♂ und 2 ♀, von nahezu gleicher Größe. Länge des Rückenschildes beim Männchen 100 *mm*, dessen Breite 69, Höhe der Schale 31 *mm*; diese Maße verhalten sich beim Weibchen wie 95 : 70 : 36.

Erstes Vertebrale am schmälsten oder höchstens ebenso breit (bei einem Exemplar) wie das fünfte, viertes stets am breitesten. Das vierte Costale variiert bedeutend in der Länge, denn diese beträgt bei einem Weibchen 20 *mm* und bei einem anderen ebenso großen bloß 15 *mm*; in letzterem Falle ist auch die Breite eine geringere, dafür aber jene des vierten Vertebrale eine größere. Die Axillaria fehlen spurlos und der Vorderrand der Brücke verbindet sich unmittelbar mit den entsprechenden Marginalia.

Die abdominale Mittelnaht am Plastron ist stets am längsten, die anale ebenso lang wie die humerale oder sogar kürzer als diese und dann ist die humerale Mittelnaht auch länger als die pektorale, was mit der besonderen Kürze der Gularia zusammenhängt, wie es bei einem der Exemplare der Fall ist.

Rückenschale bei einem lebenden Exemplar, Männchen, rostrot, Schuppen auf den Gliedmaßen schön rot und die dazwischenliegende Haut grau gefärbt. Nach kurzer Zeit verschwand die rostrote Farbe auf der Rückenschale in Alkohol, sie wurde strohgelb mit zahlreichen, graubraunen Vermikulationen auf den einzelnen Schildern, welche vorher nicht sichtbar waren. Hier rührt der rostrote Schalenüberzug nicht von Laterit her, wie man dies so häufig findet. Es muß die Farbe anderen Ursprungs sein, weil Laterit in Alkohol nicht gelöst wird.

Kopf bei den Weibchen oben und seitlich braun mit gelben Punkten und kleinen Strichen, nur in der Schläfengegend zieht beiderseits eine gelbe Linie vom hinteren Augenrand bis über den Halsrücken hin. Beim Männchen ist letztere kaum angedeutet. Beide Kiefer braun und gelb gefleckt.

Der sekundäre Geschlechtscharakter kommt sowohl beim Plastron als auch in der Form des Schwanzes zur Geltung.

Während ersteres beim Weibchen flach ist, bildet dasselbe beim Männchen eine rinnenförmige Vertiefung in der Längsachse. Der Schwanz des letzteren ist um ein Drittel länger und bedeutend dicker als beim Weibchen, weshalb er den Kopf in der Länge bei jenem weit, beim Weibchen aber nur unbedeutend überragt. Die Kloakenöffnung liegt bei diesem gleich am Beginne des Schwanzes, beim Männchen in der Mitte desselben.

Geoemyda spengleri Gm. hat eine ziemlich ausgedehnte geographische Verbreitung, denn sie wurde bis jetzt nicht nur auf dem Festlande des asiatischen Kontinents, in China ohne genauere Fundortsangabe (Gray, Proc. Zool. Soc. London, 1834, p. 100) und in Kwang Si und Kwang Tung (Siebenrock) gesammelt, sondern auch auf einigen Inseln, wie in Borneo (Bleeker, Natuurk. Tijdschrift Nederl. Indie, XVI, 1858 bis 1859, p. 438), in Sumatra (Bleeker, ebendas. XV, 1858, p. 260, und XXI, 1860, p. 286; Boettger, Kat. Rept. Senck. Mus., I, 1893, p. 6), auf den Batu-Inseln (Sachse, Allgem. deutsche naturhist. Zeitung, 1846, p. 329), auf Okinawa shima (Boulenger, Ann. Nat. Hist. [6], X, 1892, p. 302; Fritze, Zool. Jahrb., Syst., VII, 1894, p. 859; Stejneger, l. c., p. 502) und auf Ishigaki shima (Stejneger, l. c., p. 502) beobachtet. Außerdem erwähnt sie C. de Elera, l. c., p. 401, auch von den Inseln Balabac und Paragua des Philippinenarchipels.

Diese Art wird von den Chinesen in Kwang Si und Kwang Tung »Ling Shan Kwai«, Wunderberg-Schildkröte, genannt, sie soll angeblich keiner Nahrung bedürfen und daher auch nie eine zu sich nehmen. Das hier lebend angekommene Exemplar, welches in einem Aquarium gehalten wurde, hat tatsächlich während sechs Wochen jedwede Nahrung verweigert, weshalb es in Alkohol wandern mußte.

Gray (Proc. Zool. Soc. London, 1834, p. 99) hielt *Geoemyda spengleri* Gm. mehr für ein terrestres wie für ein aquatisches Tier, weil an den Füßen die Schwimmhäute fehlen und weil die im zoologischen Garten in London lebend gewesenen Tiere nie das Wasser aufsuchten. Daß die Art keine ausschließlich aquatische Lebensweise führt, dürfte möglich sein, daß sie aber sicher zeitweise auch ins Wasser geht, ist sehr wahrscheinlich, denn die Schwimmhäute sind entgegen der Behauptung Gray's

vorhanden, aber nur nicht so vollkommen entwickelt wie bei den meisten *Emydidae*.

Cyclemys trifasciata Bell.

Cyclemys trifasciata Boulenger, Cat., 1889, p. 133; C. de Elera, Cat. Sist. fauna de Filipinas, I, 1895, p. 401.

Ein Exemplar, ♀, halberwachsen. Länge des Rückenschildes 85 *mm*, dessen Breite 66 *mm*, Höhe der Schale 35 *mm*.

Bei diesem Exemplar hat das Plastron nicht nur hinten, sondern auch vorn eine Einkerbung; letztere ist zwar etwas kleiner als die hintere, aber dennoch sehr deutlich wahrnehmbar. Inguinalia anwesend, gut entwickelt. Pektorale, abdominale und anale Mittelnaht von gleicher Länge, am kürzesten die humerale. Pektoralschilder länger als die humeralen.

Plastron schwarz mit gelbem Rand, der sich auch auf die Einkerbung am Vorderlappen erstreckt. Die radienförmigen gelben Linien in der Mitte des Plastrons sehr undeutlich. Am Kopfe seitlich drei schwarze Streifen anwesend, weil sich der obere in zwei Äste geteilt hat. Von diesen liegt der eine über dem Auge, der andere hinter diesem und beide vereinigen sich hinter dem Trommelfell, während der untere Streifen daselbst getrennt endigt.

Cyclemys trifasciata Bell. ist eine rein chinesische Form; sie wurde daher von Günther (Rept. Brit. Ind., 1864, p. 14) mit vollem Rechte »The Chinese Box Tortoise« genannt. Ihre Heimat ist das südliche China, wo sie nicht selten zu sein scheint, wie eine Sendung von 8 Individuen an die kaiserl. Menagerie zu Schönbrunn (Wien) beweist. Nach C. de Elera, l. c., p. 401, soll sie aber auch auf den Bata-Inseln vorkommen, dem einzigen Fundort, welcher außerhalb Chinas bis jetzt bekannt ist.

Diese Art hat bei den Chinesen in Kwang Si und Kwang Tung keinen eigenen Namen, wenigstens teilt Dr. A. Razlag keinen mit. Sie scheint dort für eine Jugendform von *Geoemyda spengleri* Gm. gehalten zu werden, wie aus den Bemerkungen unseres Gewährsmannes hervorgeht, die einer jeden Art beigefügt sind.

Gattung **Trionyx** Geoffr.

Trionyx Boulenger, Cat., 1889, p. 242.

Amyda Stejneger, Science, XXI, 1905, p. 228, und Herp. Japan etc., Bull. U. S. Mus., 58 (1907), p. 514.

Der Einführung von Oken's Namen *Amyda* für *Trionyx* Geoffr. durch Stejneger l. c. kann ich nicht beipflichten. Oken (Lehrb. der Zool., II, 1816) kommt als Autor überhaupt nicht in Betracht, weil er in seiner Zoologie die damals schon gangbare binäre Nomenklatur nicht mit Konsequenz durchgeführt hat. Oken stellt Arten mit verschiedenen Gattungsnamen zu einer Gattung, wie dies beispielsweise bei *Chelys*, p. 347, der Fall ist. In dieser Gattung wird als erste Art *Chelys fimbriata*, *Matamata*, *Raparata*, *cornifera* und als zweite *Emys scorpioides*, *tricarinata* genannt. Außerdem kommt *Emys* noch dreimal als Gattungsname für ganz heterogene Arten in Anwendung.

Dieses eine Beispiel dürfte schon genügen, um den Okenschen Namen jedwede Berechtigung für die jetzt gültige Nomenklatur abzusprechen.

Geoffroy St. Hilaire (Ann. Mus. Paris, XIV, 1809) gebührt das Verdienst, für eine Anzahl Lippen- oder Weichschildkröten, welche damals bekannt waren, den Gattungsnamen *Trionyx* anstatt der allgemeinen Linné'schen Bezeichnung *Testudo* eingeführt zu haben. Geoffroy gab eine Charakteristik dieser Gattung, welche auf alle darin enthaltenen Arten paßte. Wenn nachträglich daraus Formen eliminiert werden mußten, weil sie den Charakter einer selbständigen Gattung aufwiesen, so liegt der Grund darin, daß Geoffroy den Begriff der Art zu weit ausgedehnt hatte, wie dies bei *Emyda granosa* der Fall war.

Ebenso ergab sich die Notwendigkeit, für *Trionyx subplanus* eine eigene Gattung zu kreieren, und dies geschah zuerst von Gray (Cat. Tort., 1844, p. 49), welcher dafür den Namen *Dogania* aufstellte. Damals wurden aber von Gray l. c. für die Selbständigkeit derselben so unzureichende Argumentationen ins Treffen geführt, daß sich Boulenger l. c., p. 246, genötigt sah, diese Gattung mit *Trionyx* abermals zu vereinigen.

Erst in jüngster Zeit wurde von Stejneger (Science, XXI, 1905, p. 228) wieder versucht, der Art *T. subplanus* unter dem Gray'schen Gattungsnamen zur Selbständigkeit zu verhelfen. Die Gründe, welche Stejneger dafür vorbringt, scheinen mir für die Anerkennung derselben gewichtig genug zu sein. Wenn auch die angeführten Merkmale hauptsächlich osteologischer Natur sind, können sie dennoch für die Bestimmung und um so mehr für die Systematik verwendet werden. Insbesondere der Mangel eines medianen Fortsatzes am Hypoplastron läßt sich bei allen, sogar bei Spiritusexemplaren ohne Schwierigkeit nachweisen.

Allein *Dogania* unterscheidet sich nicht nur im Baue der Schale von *Trionyx*, sondern auch am Schädel befindet sich eine Eigentümlichkeit, welche sie allen Gattungen der Familie *Trionychidae* gegenüberstellt. Das Präfrontale bildet bei *Dogania* nicht wie bei den übrigen Gattungen den vorderen Augenhöhlenrand, sondern es ist durch das Zusammentreten des Frontale mit dem Maxillare davon ausgeschlossen.[1]

Durch die Eliminierung der Gattung *Dogania* von *Trionyx* wird das Prioritätsrecht Geoffroy's auf den letzteren Namen in keiner Weise tangiert, obwohl *Trionyx subplanus* für ihn die typische Art war. Der Begriff, den Geoffroy von der Gattung *Trionyx* gefaßt hatte, bezog sich nicht allein auf *subplanus*, sondern auf alle übrigen Arten und deshalb ist dieser Gattungsname nach meiner Ansicht beizubehalten.

Somit lautet die Synopsis der Familie *Trionychidae* folgendermaßen.

I. Plastron ohne Femoralklappen, Hyoplastron vom Hypoplastron getrennt; die äußeren Enden des Nuchale liegen auf dem zweiten Kostalplattenpaar.[2]

---

[1] Cf. Siebenrock, Sitz. Ber. Ak. Wien, 106, Abt. I, 1897, p. 278, Tafel V, Fig. 27.

[2] Das Merkmal: »walls of the labyrinth completely exposed behind«, welches Boulenger l. c., p. 241, zur Unterscheidung dieser Gruppe von der zweiten hervorhebt, kann nicht angewendet werden, weil bei *Trionyx sinensis* Wiegm. und *Dogania subplana* Geoffr. das Labyrinth hinten tatsächlich nicht freiliegt, sondern durch einen Fortsatz des Opisthotikums (Paroccipitale) gedeckt ist, der mit dem Hinterrand des Pterygoideums eine Naht bildet. Cf. Siebenrock, Sitz. Ber. Ak. Wien, 106, Abt. I, 1897, Tafel IV, Fig. 23.

1. Augenhöhle näher der Schläfen- als der Nasengrube gelegen; knöcherne Choane zwischen den Augenhöhlen; medianer Fortsatz am Hypoplastron anwesend . . **Trionyx.**
2. Augenhöhle näher der Schläfen- als der Nasengrube gelegen; knöcherne Choane zwischen den Augenhöhlen; medianer Fortsatz am Hypoplastron abwesend . . **Dogania.**
3. Augenhöhle näher der Nasen- als der Schläfengrube gelegen; knöcherne Choane zwischen den Augenhöhlen **Pelochelys.**
4. Augenhöhle näher der Nasen- als der Schläfengrube gelegen; knöcherne Choane hinter den Augenhöhlen. **Chitra.**

II. Plastron mit Femoralklappen; Hyoplastra mit den Hypoplastra verwachsen; die äußeren Enden des Nuchale liegen unter dem zweiten Kostalplattenpaar.

5. Hinterer Orbitalbogen breiter als der Querdurchmesser der Augenhöhle; Epiplastra kurz, gerade; keine Marginalknochen anwesend . . . . . **Cycloderma.**
6. Hinterer Orbitalbogen schmäler als der Querdurchmesser der Augenhöhle; Epiplastra kurz, gerade; Marginalknochen anwesend . . . . . **Emyda.**
7. Hinterer Orbitalbogen schmäler als der Querdurchmesser der Augenhöhle; Epiplastra lang, winkelig gebogen; keine Marginalknochen anwesend . . . . . **Cyclanorbis.**

Trionyx steindachneri Siebenr.

Trionyx cartilagineus part. Siebenrock, Sitz. Ber. Ak. Wien, 112, Abt. I, 1903, p. 347.
Trionyx steindachneri Siebenrock, Zool. Anz., XXX, 1906, p. 579, Textfig.

Drei Exemplare, ein erwachsenes Männchen und zwei halbwüchsige Weibchen. Länge des Rückenschildes beim größten Exemplare 240 *mm*, dessen Breite 196 *mm*, Diskuslänge 156 *mm*; diese Maße verhalten sich beim kleinsten Exemplare wie 151 : 131 : 108.

Rückenschild ziemlich flach, aber mit einem deutlichen Vertebralkiel versehen; auf dem Vorderrand eine doppelte Reihe Tuberkeln, von denen die hinteren viel größer als die

vorderen sind. Rückenschild in der Mitte mehr weniger glatt, nur vorn, seitlich und hinten Anhäufungen flacher Tuberkeln, die an letzterer Stelle von besonderer Größe und wieder konisch geformt sind.

Epiplastra lang, vor dem Entoplastron in Kontakt oder stark genähert; letzteres bildet einen rechten oder einen bloß etwas stumpfen Winkel, dessen Schenkel spitz endigen. Xiphiplastra mäßig lang und am Ende abgerundet, kürzer als bei *T. cartilagineus* Bodd. Kallositäten vollkommen von der Haut bedeckt und trotz der beträchtlichen Größe des Tieres nicht sichtbar, während sie bei *T. sinensis* Wiegm. schon an verhältnismäßig noch jungen Exemplaren ganz deutlich hervortreten.

Kopf ziemlich groß, langgestreckt, Schnauze doppelt so lang wie der Querdurchmesser der Augenhöhle. Unterkiefersymphyse oben glatt, ohne Spur einer Längsleiste, wie sie beispielsweise bei *T. cartilagineus* Bodd. vorkommt; die Unterkiefersymphyse übertrifft den Querdurchmesser der Augenhöhle beträchtlich.

Die ganze Oberfläche des Halses ist mit kleinen Tuberkeln besetzt, unter denen etwas größere, besonders seitlich, mit spitzen Enden hervorragen. Sie erreichen aber eine geradezu enorme Größe am Hinterteil des Halses, wo sie seitlich in dichten Gruppen beisammenstehen und dem Tier ein ganz eigentümliches Aussehen verleihen, weil dadurch an dieser Stelle der Hals stark verbreitert ist. Diese Tuberkeln sind bei den halbwüchsigen Exemplaren mit kleinen Stacheln bedeckt, welche beim erwachsenen Männchen ausgefallen zu sein scheinen, weil man statt ihrer tiefe Poren sieht.

Bei der Type, einem ganz jungen Individuum von 65 *mm* Schildlänge, sowie bei den zwei Kotypen, ungefähr von derselben Größe, sind diese Tuberkelanhäufungen am Halse ebenfalls schon anwesend, sie wurden aber von mir l. c., p. 579, damals wegen der geringen Entwicklung als unwesentlich übergangen.

Diese Art, welche sich durch den auffallenden Reichtum von Tuberkeln sowohl auf der Schale als auch, und zwar insbesondere am Halse auszeichnet, unterscheiden sogar die

Chinesen in Kwang Si und Kwang Tung genau von der daselbst gleichfalls vorkommenden gemeinen *T. sinensis* Wiegm. und benennen sie wegen dieser Eigentümlichkeit auch anders als diese.

Rückenschild olivenbraun mit zerstreuten kleinen gelben und mit wenigen, aber großen schwarzen Flecken oder Vermikulationen, welch letztere bei den halbwüchsigen Exemplaren prävalieren.

Die Färbung des Kopfes stimmt mit den zwei Figuren und mit der dazugehörigen Beschreibung in meiner Arbeit l. c., p. 579, überein; nur wird die Zeichnung mit der Größenzunahme der Tiere etwas undeutlicher. Die großen gelben Scheitelflecke hinter den Augen sind auch beim erwachsenen Männchen noch sehr gut sichtbar und bloß durch kleine schwarze Punkte in der Farbe abgetönt.

Unterseite des Körpers beim Männchen grauschwarz mit nur wenigen lichten Stellen, die bei den halbwüchsigen Individuen viel häufiger auftreten. Somit hat es den Anschein, als würde die dunkle Pigmentierung mit fortschreitendem Wachstum zunehmen.

Gliedmaßen, Hals und Schwanz oben braun, unten grauschwarz, je nach dem Alter mit oder ohne gelbe Flecke.

Trionyx steindachneri Siebenr. kommt außer in den genannten Provinzen des südlichen China noch in Annam, Tonkin und auf der Insel Hainan, woher die Type stammt, vor.

Diese interessante Art wird von den Chinesen in Kwang Si und Kwang Tung »Shan Shöi Kwai«, glückliche Bergschildkröte, genannt, zum Unterschiede von *Trionyx sinensis* Wiegm., welche daselbst »Kenk Yü«, Fußfisch, heißt. Die erstere wird als Medizin verwendet und soll daher sehr teuer sein. Sie ist nach Dr. A. Razlag's Mitteilungen ein gutmütiges, träges Tier, welches sich fast immer unter Wasser aufhält.

Trionyx sinensis Wiegm.

Trionyx sinensis Boulenger, Cat., 1889, p. 256; C. de Elera, Cat. Sist. fauna de Filipinas, I, 1895, p. 406; Siebenrock, Sitz. Ber. Ak. Wien, 112, Abt. I, 1903, p. 349, und Zool. Anz., XXX, 1906, p. 581; Nikolsky, Mém. Ac. St. Pétersb. (8), XVII, Nr. 1, 1905, p. 20.

Amyda japonica Stejneger, Herp. Japan etc., Bull. U. S., Mus., 58 (1907), p. 515.

Amyda sinensis Stejneger, l. c., p. 525.
— *schlegelii* Stejneger, l. c., p. 526.
— *maackii* Stejneger, l. c., p. 529.

Zwei Exemplare, ♂ und ♀, von nahezu gleicher Größe; außerdem ein halbwüchsiges Weibchen mit ungewöhnlicher orangegelber Färbung. Länge des Rückenschildes vom Männchen 212 *mm*, dessen Breite 185 *mm*, Diskuslänge 145 *mm*; diese Maße verhalten sich beim kleineren, hell gefärbten Weibchen wie 163 : 135 : 113.

Rückenschild flach, beim Weibchen etwas gewölbt. Vertebralkiel niedrig, aber deutlich sichtbar; beim orangegelben Weibchen stärker entwickelt. Vorderrand umgeschlagen, glatt, in der Mitte einige Einkerbungen. Oberfläche des Rückenschildes mit wurmförmigen Runzeln bedeckt, über die einige wellige Längsreihen enggesetzter, kleiner Tuberkeln laufen; bloß am mittleren Teile des Lederrandes hinter dem Diskus werden diese etwas größer.

Epiplastra lang, vor dem Entoplastron weit voneinander getrennt; dieses bildet einen sehr stumpfen Winkel, dessen Schenkel am Ende stark verbreitert sind. Xiphiplastra kurz, hinten abgestutzt. Kallositäten deutlich sichtbar.

Hals oben fein gerunzelt, hinten seitlich ganz unbedeutende kleine Rauhigkeiten ohne merkliche Erhebung.

Rückenschild beim Männchen einförmig braun, beim Weibchen olivengrün mit einigen undeutlichen schwarzen Flecken. Plastron in beiden Geschlechtern schmutzigweiß, nur die Unterseite des hinteren Schildrandes dunkel gewölkt.

Kopf oben und seitlich beim Männchen dunkeloliven mit den für diese Art charakteristischen schwarzen Radien, vom Auge ausgehend, die beim Weibchen vollständig fehlen.

Das abnorm gefärbte Weibchen stimmt im Habitus genau mit den vorhergehenden Exemplaren überein; nur ist es oben ganz orangegelb und unten milchweiß. Der oben orangegelbe Kopf besitzt die schwarzen Radien, welche vom Auge nach vorn, hinten und innen gehen, undeutlich ist bloß der untere Radius.

Unter allen asiatischen Schildkröten hat *Trionyx sinensis* Wiegm. die größte geographische Verbreitung, denn sie erstreckt sich über drei Regionen, und zwar über die palä-

arktische, die orientalische oder indomalaiische und über die australische Region. Vom Amurgebiet bis zur Insel Timor,[1] also vom 45.° nördlicher bis zum 10.° südlicher Breite bewohnt diese Art nicht nur den östlichen Teil des asiatischen Festlandes, sondern auch eine Anzahl benachbarter Inseln.

Trionyx sinensis Wiegm. wird von den Chinesen in Kwang Si und Kwang Tung, wie schon gesagt, »Kenk Yü«, Fuß-Fisch, genannt. Nach Dr. A. Razlag's Angaben sollen die Exemplare dieser Art sehr bösartig, wild und bissig sein und sich, wenn sie zusammenkommen, gegenseitig zu Tode beißen. Die orangegelbe Spielart soll sehr selten und daher auch sehr teuer sein.

Stejneger l. c. teilt *Trionyx sinensis* Wiegm. in vier selbständige Arten nach den Lokalitäten, in denen sie vorkommen, und zwar: 1. *Trionyx japonicus* Temm. et Schleg., nur in Japan; 2. *Trionyx sinensis* Wiegm. im südlichen China und auf der Insel Formosa; 3. *Trionyx schlegelii* Brandt in Nordchina und 4. *Trionyx maackii* Brandt im Amurgebiet.

Diese Trennung ist nach meinem Ermessen keine natürliche, wie ich nach gewissenhafter Prüfung an der Hand der zahlreichen Exemplare unserer Sammlung zur Überzeugung gelangt bin. Vergleicht man die Exemplare der verschiedenen Fundorte miteinander, so fällt augenblicklich der gemeinsame Artcharakter auf und die geringen Unterschiede, die sich im Habitus ergeben, erstrecken sich nicht nur auf Individuen verschiedener Fundorte, sondern sogar auf diejenigen ein und derselben Lokalität. *Trionyx sinensis* Wiegm. kann somit im Sinne Stejneger's nicht einmal in Unterarten, geschweige denn in Arten geteilt werden. Daß bei der Beurteilung dieser Frage die Färbung nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen wird, ist wohl selbstverständlich, da bei einer Art mit einer so ausgedehnten geographischen Verbreitung, wie bei *Trionyx sinensis* Wiegm., auch ein starkes Variieren nach dieser Richtung hin auftreten muß.

Ebensowenig wie im Habitus ergeben sich auch an den Skeletten von Exemplaren verschiedener Fundorte, und zwar

[1] Cf. Siebenrock, Zool. Anz., XXX (1906), p. 583.

aus China, Formosa, Hainan und Japan keinerlei prinzipielle Unterschiede, höchstens daß die Epiplastra mehr oder weniger weit voneinander gerückt oder die Xiphiplastra nach hinten etwas mehr ausgedehnt sind, Unterschiede, welche bloß einen rein individuellen Charakter bekunden, wie der Vergleich einer Reihe von Exemplaren derselben Lokalität veranschaulicht.

Stejneger l. c., p. 518, meint, es sei unmöglich, daß das von mir (Sitz. Ber. Ak. Wien, 101, Abt. I, 1902, p. 821, Fig. 4) dargestellte Plastron von *Trionyx sinensis* Wiegm. und jenes in der Gray'schen Abbildung (Cat. Shield Rept., 1855, Tafel XXXI) Individuen derselben Art angehören können. Bei der letzteren Figur stoßen nämlich die Epiplastra in der Mitte eine lange Strecke aneinander, während sie sonst immer mehr weniger weit getrennt bleiben. Allein die Gray'sche Figur hat eben an dieser Stelle einen Zeichenfehler durch unrichtige Schattierung erhalten. Man sieht nämlich zwischen den Epiplastra in der Mitte keine Trennungslinie, weil die inneren Konturen derselben, welche bogenförmig verlaufen, zu wenig scharf gehalten sind und sich vom häutigen Zwischenraum nicht deutlich genug abheben.

Viel richtiger ist Cantor's Abbildung in Zoology of Chusan, 1842, Taf. VI, welche ebenfalls das Plastron von *Trionyx sinensis* Wiegm. darstellt, und dieses Tier stammt so wie das Gray'sche vom gleichen Fundorte, nämlich von Chusan. Korrigiert man den Zeichenfehler an der Gray'schen Figur, dann dürfte dieses Plastron in der Anordnung und in der Form der einzelnen Knochen mit jenen von Cantor und von mir gegebenen übereinstimmen. Dies erscheint auch ganz natürlich, weil die Insel Chusan von Shanghai, dem Fundorte meines Exemplares, bloß $1^1/_2$ Breitengrade entfernt ist.

Stejneger legt das Hauptgewicht bei der Unterscheidung seiner drei Arten *Trionyx japonicus*, *T. sinensis* und *T. schlegelii* auf die Beschaffenheit des Nuchalrandes, auf die Form des Rückenschildes samt dem Vertebralkiel und auf die Anordnung der Tuberkelreihen beiderseits vom letzteren. Stellt man diese Unterschiede der drei genannten Arten nebeneinander, so ergibt sich daraus ihre Unzulänglichkeit, wie die nachfolgende Tabelle beweisen soll.

Trionyx japonicus Temm. et Schleg.	*Trionyx sinensis* Wiegm.	*Trionyx schlegelii* Brandt
Carapace oval.	Carapace short ovate in outline.	Carapace short ovate.
The anterior margin of the revolute nuchal border somewhat rugose with two small tubercles on the median line.	The anterior margin of the revolute nuchal border segmented toward the median line, a single tubercle on the latter in front of the border.	Anterior border turned over backward, the outer (anterior) edge being smooth, the inner edge near the median line somewhat tuberculate with a couple of rounded tubercles on top of the rim at the middle.
Along the median line of the shell a raised keel anteriorly as broad as interorbital space and eyelids together, posteriorly not wider than this space plus half an eyelid; on each side of the keel a perceptible depression.	No median keel, nor lateral depression, the carapace descending evenly to both sides from te rounded back.	With a broad, raised median keel and a well-marked depression on each side of the latter.
The skin of the carapace with numerous more or less disrupted, raised, longitudinal lines studded with tubercles, these lines being more wavy and parallel with the axis of the body near the middle of the back, and straighter, less tubercles gather into a large cluster on the nuchal portion of the keel, and a still greater number of larger tubercles congregate near the pos-	Skin of carapace smooth, with about 24 longitudinal raised lines, which are entirely untuberculated, and nearly all straight and uninterrupted, except about three midway on each side, which are wavy and occasionally interrupted; these lines terminate near the posterior end of the bony disk in a small tubercle behind which to the end of the carapace there are nu-	Carapace with numerous strongly tuberculated longitudinal lines, the outer ones more or less continuous and parallel with the outer edge, the inner ones very irregular and interrupted; posterior end densely tuberculated as is also the nuchal region.

Trionyx japonicus Temm. et Schleg.	*Trionyx sinensis* Wiegm.	*Trionyx schlegelii* Brandt
terior end of the bony disk and the adjoining posterior portion of the soft flap.	merous short raised lines similarly terminated; a couple of rows of blunt tubercles in front of the bony disk on the soft flap behind the overturned nuchal border.	

Daß die von Stejneger angeführten Merkmale bei den vermeintlichen drei Arten nicht konstant sind, sondern vielfach individuellen Schwankungen unterliegen, die auch, und zwar insbesondere von der Größe, respektive vom Alter der einzelnen Tiere abhängen können, möge die nun folgende Tabelle demonstrieren.

In ihr sind die Exemplare, welche im Sinne Stejneger's zu den obgenannten drei Arten gehören, als *Trionyx sinensis* Wiegm. nach den verschiedenen Fundorten gruppiert und bei jedem derselben ist die Stückzahl, welche mir zu den Untersuchungen vorlag, beigefügt. Zur besseren Übersicht folgen die Exemplare der einzelnen Fundorte in derselben Ordnung wie die Stejneger'schen Arten.

Japan, 7 Exemplare.	Nuchalrand in der Mitte mehr weniger eingekerbt oder mit sehr flachen Tuberkeln besetzt.	Rückenkiel bei jungen Tieren gut entwickelt, bei erwachsenen undeutlich.	Längsreihen auf dem Rückenschild undeutlich, aus einzelnen enggesetzten Tuberkeln bestehend oder auch stark erhaben; sie laufen entweder gradlinig oder wellig oder in kürzere Linien aufgelöst.

Jangtse Kiang, 10 Exemplare,	Nuchalrand fein gekerbt, in der Mitte vorn gewöhnlich ein Tuberkel anwesend.	Rückenkiel bei jungen Tieren stark entwickelt, bei erwachsenen kaum angedeutet. Rückenschild sehr flach.	Längsreihen auf dem Rückenschild bei jungen Tieren deutlich, in der Mitte wellig und seitlich in krummen Linien angeordnet, bei erwachsenen der Rükkenschild glatt.
Kwang Si und Kwang Tung, 3 Exemplare.	Nuchalrand schwach eingekerbt mit einigen Tuberkeln in der Mitte vorn oder ganz glatt.	Rückenkiel entweder gut entwickelt oder nur angedeutet.	Längsreihen auf dem Rückenschild entweder und zwar gegen die Mitte sehr deutlich oder es sind nur einige wellige Linien anwesend.
Insel Hainan, 11 Exemplare.	Nuchalrand sehr wenig und nur ganz fein gekerbt; Tuberkeln fehlen.	Rückenkiel bei bei 9 kleineren Exemplaren gut entwickelt, bei 2 größeren undeutlich.	Längsreihen auf dem Rückenschild entweder deutlich, in unregelmäßigen, nicht parallelen Linien angeordnet, oder minder deutlich oder der Rückenschild kann auch fast glatt sein.
Insel Formosa, 10 Exemplare.	Nuchalrand mehr weniger stark eingekerbt oder ganz glatt, Tuberkeln in der Mitte vorn anwesend oder sie fehlen.	Rückenkiel sehr deutlich oder er fehlt ganz; Rükkenschild gewölbt oder flach mit Längsrinnen beiderseits von der Mittellinie.	Längsreihen auf dem Rückenschild entweder in welligen Linien angeordnet oder der Rückenschild ist glatt.
Pei-ho, Nord-China, 1 Exemplar, 226 *mm* Schalenlänge.	Nuchalrand nur wenig eingekerbt, in der Mitte vorn 3 Tuberkeln anwesend.	Rückenkiel sehr undeutlich; Rükkenschild fast ganz flach.	Längsreihen auf dem Rückenschild sehr niedrig, teils wellig, teils in einzelne kurze Linien aufgelöst.

Bei den Exemplaren aus dem Amurgebiet ist gleichfalls kein Grund vorhanden, sie von *Trionyx sinensis* Wiegm. zu trennen und als eine selbständige Art unter dem Brandt'schen Namen »*maackii*« weiterzuführen. Das Exemplar unserer Sammlung mit einer Schildlänge von 154 *mm* aus Kirin in der Mandschurei stimmt sowohl in der Färbung als auch in den habituellen Merkmalen, ausgenommen einige Unterschiede geringfügiger Natur, mit *Trionyx sinensis* Wiegm. überein.

Daß die vier Arten im Sinne Stejneger's nur Individuen derselben Stammform *Trionyx sinensis* Wiegm. sein können, beweist schließlich auch die Jugendfärbung, welche der genannte Autor l. c. auf Taf. XXXV nach Exemplaren aus Japan in sehr anschaulicher Weise zur Darstellung gebracht hat.

Die großen schwarzen Flecke auf der Unterseite des Tieres, welche zwar in wechselnder Anzahl anwesend, aber immer symmetrisch angelegt sind, besitzen nicht nur japanische, sondern überhaupt alle Exemplare der bis jetzt bekannten Fundorte. Dadurch unterscheidet sich *Trionyx sinensis* Wiegm. auf den ersten Blick von den Jugendformen der verwandten Arten *T. cartilagineus* Bodd. und *T. steindachneri* Siebenr., wo schwarze Flecke auf dem Plastron überhaupt fehlen wie bei der ersteren Art oder über dasselbe wolkenförmig ausgebreitet sind wie bei *T. steindachneri* Siebenr.

Tafelerklärung.

Fig. 1. *Trionyx steindachneri* Siebenr., von oben.
Fig. 1*a*. » » » eine Gruppe Halstuberkeln, vergrößert.

Die Figuren sind Originalzeichnungen.

1 a
1·5/1
1

Jos. Fleischmann n. d. Natur gez.

Über das quartäre Alter der Basalteruptionen im mährisch-schlesischen Niederen Gesenke

von

Jaroslav J. Jahn.

(Mit 6 Tafeln und 3 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Oktober 1907.)

Im August 1905 habe ich zum ersten Male die bekannten erloschenen Vulkane bei Freudenthal: den Köhlerberg, den Venusberg und den Großen Raudenberg besucht und die Resultate meiner zweitägigen Beobachtungen in zwei Publikationen niedergelegt.[1]

In den Jahren 1906 und 1907 unternahm ich neuerdings Exkursionen in dieses vulkanische Gebiet und will nun in den vorliegenden Zeilen über einige Resultate dieser letzten Exkursionen berichten.

Eine eingehende Beschreibung sämtlicher mährisch-schlesischen Basalteruptionen mit Profilen und photographischen Aufnahmen behalte ich mir für später vor.

Übersicht dieser Basalteruptionen.

Die wichtigsten sieben selbständigen Basaltvorkommen in Mähren und Schlesien liegen im Gebiete des Kartenblattes Freudenthal (Zone 6, Col. XVII). Es sind dies die bisher bekannten erloschenen Vulkane: der Köhlerberg, der Venusberg, der Große und der Kleine Raudenberg, ferner weitere drei selbständige Eruptionspunkte: der Rote Berg

[1] J. J. Jahn, Über die erloschenen Vulkane bei Freudenthal in Schlesien. Verhandl. d. k. k. Geol. R. A., 1906, Nr. 4. — Příspěvek k seznání vzniku nesouvislých vyvrženin sopečných. Časopis moravsk. musea zemsk., ročn. VII., č. 2 (1906).

(»Goldene Linde«) bei Bärn, der Hirtengarten (»Groergarten«) bei Friedland und die Horka (»Kapellenberg«) bei Lodnitz.

Den Köhlerberg, den Venusberg und den Großen Raudenberg habe ich bereits in meinen oben erwähnten, vorjährigen zwei Publikationen besprochen, worauf ich hinweise.

Der Vollständigkeit halber will ich hier diese drei Vulkanberge nur in Kürze erwähnen.

Der Köhlerberg (674 *m*) liegt südwestlich von Freudenthal in Schlesien an der mährisch-schlesischen Grenze. Von Süd gesehen, ist er ein deutlicher Kegelberg, der sich etwa 140 *m* über dem Tale von Freudenthal erhebt und von einer weit sichtbaren Wallfahrtskirche gekrönt ist.

Der ganze südliche, steile, bewaldete Abhang bis zum Gipfel des Köhlerberges besteht aus über 50 *m* mächtigen Anhäufungen von Lapilli und Lavabomben, die hier in drei großen, bis über 10 *m* tiefen Gruben aufgeschlossen sind. Diese Lapillianhäufungen stellen uns den Rest des einst viel höheren Tuffkegels des Köhlerbergvulkanes vor. Sie bedecken zum Teil auch den Basalt der hiesigen Ströme und bildeten offenbar seinerzeit einen inzwischen abgetragenen Aufschüttungskegel über dem heutigen Köhlerberg.

Dieser Vulkan entsendete einen 2 *km* langen Basaltstrom nach Osten, bis zu der dortigen Eisenbahnstrecke, mit zwei kurzen, breiten Ausläufern nach Nord und nach West.

Der Venusberg (Messendorfer Berg) von 656 *m* Meereshöhe liegt $3^1/_2$ *km* südöstlich vom Köhlerberg, ebenfalls in Schlesien an der mährisch-schlesischen Grenze. Von West und Nordwestwest gesehen, zeigt auch dieser Berg eine deutliche Kegelform.

Der Kegel des Venusberges besteht aus nach Nordnordost hin wenigstens 40 *m* mächtigen Anhäufungen von Lapilli und Lavabomben, die in drei größeren und zwei kleineren Gruben aufgeschlossen sind.

Der Venusberg entsendete einen zirka $1^1/_4$ *km* langen Basaltstrom, der anfangs nach Nordnordwest, im weiteren Verlaufe nach Nordnordost geflossen ist. Der Basalt dieses Stromes ist an der von Freudenthal nach Karlsberg führenden Straße in großen Steinbrüchen aufgeschlossen.

Etwa 7 *km* weiter nach Südost, bereits in Mähren, liegt der Große Raudenberg (780 *m*), einer der höchsten und markantesten Berge im Niederen Gesenke.

Der Große Raudenberg hat die Form einer Kuppe, die nach allen Richtungen ziemlich steil abfällt. Ausgenommen den nördlichen, bestehen sämtliche Abhänge, ja sogar auch der südöstliche Teil des Gipfelplateaus des Großen Raudenberges aus Anhäufungen von Lapilli und Lavabomben, die am südwestlichen Abhange in zwei größeren Gruben (Taf. I) und einem Versuchsloch, am östlichen und nordöstlichen Abhange in fünf Gruben aufgeschlossen sind. Am Großen Raudenberge hat sich also der ursprüngliche Aufschüttungskegel noch am vollständigsten erhalten.

Der Große Raudenberg entsendet vier Ströme: nach Süd den 3 *km* langen Basaltstrom des Schwarzwaldes, nach Ost (und Südostost) den 5 *km* langen Basaltstrom des Kreibischwaldes, nach Nord einen kurzen, zirka 1 *km* langen Basaltstrom gegen Niederhütten hin und nach Nordwest einen wenigstens 4 *km* langen Schlammstrom, dessen Denudationsrelikte uns die heutigen Tuffvorkommen von Raase und von Karlsberg vorstellen.

Aus dem antiklinalen Aufbau und dem massenhaften Vorkommen von verschiedenen losen vulkanischen Auswürflingen an allen diesen drei Bergen, vor allem aus jenem der symmetrischen Lavabomben und der vulkanischen Sande und Aschen, zugleich mit dem Hervortreten von mächtigen Lavaströmen und dem Schlammstrome von Raase und Karlsberg habe ich in meinen genannten vorjährigen Arbeiten geschlossen, daß der Köhlerberg, der Venusberg und der Große Raudenberg echte erloschene Tuffvulkane[1] vorstellen. Aus dem, was wir über die Bildungsweise der Lavabomben, der Lapilli, der vulkanischen Sande und Aschen wissen, habe ich ferner den Schluß gezogen, daß diese drei Vulkane mit echten Kratern versehen waren, und aus deren Lagerungsverhältnissen sowie aus der Existenz des langen vulkanischen Schlammstromes von Raase und Karlsberg

[1] Im Sinne Reyer's (Theoretische Geologie, p. 3).

habe ich deduziert, daß es bei diesen Vulkanen zu einer relativ dauernden Kraterbildung und zur Bildung eines längere Zeit hindurch offen erhaltenen Schlotes gekommen ist.[1]

Der Kleine Raudenberg (775 *m*), den ich erst nach der Veröffentlichung meiner genannten zwei Arbeiten besuchte, hat sich ebenfalls als ein selbständiger erloschener Vulkan erwiesen.

Der Gipfel des Kleinen Raudenberges liegt bloß $1^2/_3$ *km* weiter nach Südwest vom Gipfel des Großen Raudenberges, ebenfalls in Mähren. Der Kleine Raudenberg macht aber bei weitem nicht den imposanten Eindruck eines Vulkanberges, wie sein bloß um 15 *m* höherer Nachbar, weil erstens sein ehemaliger Tuffkegel fast gänzlich der Denudation zum Opfer fiel, und zweitens weil die alte, aus Kulmgesteinen bestehende Rumpffläche, der diese beiden Vulkane aufsitzen, gegen den Kleinen Raudenberg hin rasch ansteigt, so daß bereits der nördliche Fuß des Kleinen Raudenberges um zirka 100 *m* höher liegt als der westliche Fuß seines größeren Nachbarn. Während der Gipfel des Großen Raudenberges sich um 192 *m* über der auf seinem westlichen Fuße gelegenen Kirche von Raudenberg erhebt, liegt der Gipfel des Kleinen Raudenberges bloß um 97 *m* höher als sein nördlicher Fuß.

Vom Südwestabhange des Großen Raudenberges oder vom Mohratale bei Karlsberg aus beobachtet, zeigt der Kleine Raudenberg eine ausgezeichnete Kegelform.

Der Kleine Raudenberg ist als Rest eines seinerzeit viel höheren Ausschüttungskegels von losem vulkanischem Auswurfsmateriale zu betrachten.

---

[1] Bekanntlich hat Tietze, der das Kartenblatt Freudenthal aufgenommen hat, noch im Jahre 1898 die Existenz von eigentlichen Kratern an diesen Vulkanbergen bezweifelt: »Es liegt aber nirgends ein Beweis dafür vor«, sagte der Autor, »daß die betreffenden Eruptionen sich als typische Vulkane mit relativ dauernder Kraterbildung dargestellt haben. So wird man also die betreffenden Basalte (auch die der beiden Raudenberge) im wesentlichen als Masseneruptionen aufzufassen haben, bei denen es zur Bildung eines konstanten Schlotes nicht kam oder bei denen doch die betreffenden Schlote sehr bald wieder verstopft wurden.« (Erläuterungen zum Kartenblatte Freudenthal p. 81, 82.)

Am Ostabhange des Berges, nahe unter seinem Gipfel, sind Schichten dieser losen Auswürflinge in zwei bereits verlassenen Gruben nur in geringerer Mächtigkeit (zirka 5 *m*) aufgeschlossen. Lapilli mit darin eingebetteten Lavablöcken und anderen unsymmetrischen Lavaauswürflingen, Seillava (»Tauenden«), blasigen Schlacken und symmetrischen Lavabomben finden sich auch am südlichen, nördlichen und nordwestlichen Abhange des Berges vor, sie reichen bis zu dem Doppelgipfel des Berges hinauf. Es scheint also, daß über dem ganzen heutigen Kegel des Kleinen Raudenberges sich ursprünglich ein Aufschüttungskegel erhoben hat, der aber mit der Zeit der Denudation fast gänzlich zum Opfer fiel.

Symmetrische Lavabomben fand ich[1] auch am Kleinen Raudenberge, namentlich an seinem nördlichen und nordwestlichen Abhange, in großer Menge, darunter auch einige symmetrische Lavabomben von überaus großen Dimensionen,[2] die uns beweisen, wie groß und heftig der Ausbruch dieses Vulkanes gewesen sei. Zugleich ergibt sich aber aus der im Vergleiche zum Großen Raudenberge, zum Venusberge und Köhlerberge verschwindend geringen Mächtigkeit der Anhäufungen von losem Auswurfsmateriale auf dem Kleinen Raudenberge, daß dieser Vulkan von der Denudation bereits bedeutend stärker mitgenommen worden sei, als die übrigen genannten drei Vulkanberge.

Rotgebrannte Fragmente von Kulmgesteinen, in Lavaauswürflingen eingeschlossen, findet man am Kleinen Raudenberge geradeso häufig, wie an den übrigen drei vorher erwähnten Vulkanen.[3]

---

[1] Das ganze, an den Basaltvorkommen des Niederen Gesenkes von mir aufgesammelte Material und somit auch sämtliche Belege für die vorliegenden Erörterungen sind in den Sammlungen des Mährischen Landesmuseums und in jenen des Mineralogisch-geologischen Instituts der k. k. böhmischen technischen Hochschule in Brünn deponiert.

[2] Eine solche besonders große, vollständige Lavabombe wiegt 51 *kg*; ich sah aber am Kleinen Raudenberge Fragmente von noch viel größeren symmetrischen Lavabomben.

[3] An allen diesen Vulkanbergen habe ich Lavaauswürflinge beobachtet, die voll von kleinen (1 *mm* bis 1 *cm*), eckigen, kaustisch gefärbten Fragmenten

Der südlich gelegene sogenannte »Junge Raudenberg« stellt wahrscheinlich den nördlichen Anfang eines nach Süd, gegen Christdorf hin führenden, über 4 *km* langen Basaltstromes des Kleinen Raudenberges dar. Einen zweiten, 2 *km* langen Basaltstrom entsendete der Kleine Raudenberg nach Nordwest, gegen Ochsenstall hin. Ein dritter Strom scheint vom Kleinen Raudenberge nach West, gegen das »Rote Kreuz« hin, ausgegangen zu sein.

Das $12^1/_2$ *km* südlich vom Gipfel des Großen Raudenberges gelegene Basaltvorkommen am Roten Berge, südöstlich von Bärn in Mähren, ist aus den Beschreibungen von Makowsky, Tietze u. a. unter dem Namen »Goldene Linde« bekannt.

Der Basalt liegt hier auf einem weithin sichtbaren Bergrücken, der vier mit den Koten 726, 723, 730 und Δ 750·3 bezeichnete Gipfel trägt.[1]

Die vulkanischen Produkte dieses Berges wären nach Makowsky[2] bloß blasige, schlackige Lava und »pisolitischer« Basaltgrus, beide »durch die Kultur des Bodens metamorphosiert«, ein Lavastrom sei hier nicht vorhanden. Das ganze Vorkommen erklärt Makowsky als eine Quellkuppe im Sinne Reyer's, »die eine deckenartige Ausbreitung zur Folge hatte«.

---

des Kulmschiefers und der Grauwacke waren und einen wahrhaft breccienartigen Charakter zeigten.

[1] Nicht nur der im West durch eine schwache Einsattelung von dem übrigen westlichen Teile des Bergrückens getrennte Gipfel Δ 750·3, wie es auf der Karte 1 : 25.000 unrichtig bezeichnet ist, sondern der ganze Rücken heißt Roter Berg oder Rotenberg. Die »Goldene Linde«, Standpunkt des Generals Laudon im siebenjährigen Kriege, steht auf dem Gipfel 723, das eigentliche Basaltvorkommen befindet sich aber $1^1/_2$ *km* südwestlich davon auf dem mit Kote 726 bezeichneten Gipfel. Die dortigen Einwohner sagten zu mir wiederholt, daß es auf der Goldenen Linde keinen Basalt gäbe, sondern daß derselbe am Rotenberge abgebaut wird. In der Tat tragen die Bücher und die Lieferscheine der dortigen Basaltschottergewerkschaft die Bezeichnung »Roter Berg«.

Es muß also in Hinkunft dieses Basaltvorkommen richtig als Roter Berg, wie es bereits im Jahre 1866 Stur und im Jahre 1893 Klvaňa getan haben, und nicht als Goldene Linde bezeichnet werden.

[2] Die erloschenen Vulkane Nordmährens und Österreich.-Schlesiens. Verhandl. d. Naturforsch. Vereins in Brünn, 21 Bd., 1883, p. 91.

Dieser Ansicht Makowsky's schließt sich Tietze[1] an, der aber über Makowsky insofern hinausgeht, als er schon vom Abbau des Basaltes auf diesem Berge spricht.

Klvaňa hat im Jahre 1893 das Basaltvorkommen am Roten Berge eingehend beschrieben.[2] Er spricht von »fünf schönen Basaltbrüchen« daselbst; einige von diesen Brüchen sind seit dem Jahre 1893 wahrscheinlich verlassen oder in den weiter unten besprochenen großen Bruch I vereinigt worden. Klvaňa erwähnt ferner ganz richtig, daß man auch zwischen der Kote 726 und der »Goldenen Linde« (723), sowie in der Talmulde unterhalb der »Goldenen Linde«, gegen Ober-Gundersdorf hin, große Basaltblöcke finden kann.

Nach Klvaňa zeigt der Basalt am Roten Berge zum Teil kugelige oder blockige, zum Teil »bankige, ja schieferartige« Absonderung, er ist dunkelgrau bis blaugrau, dicht oder feinkörnig, hie und da porös (und dann lavaartig) oder »bohnig (grob pisolitisch)« und enthält große, nicht selten bis 4 *cm* erreichende zeisiggrüne Olivinknollen.

In einem Steinbruch war der Basalt nach Klvaňa in synklinal gebogene Lagen von 10 bis 40 *cm* geschichtet, in einem anderen streichten seine 20 bis 25 *cm* mächtige Bänke von Ost nach West und fielen unter 30° nach Süd ein. Kaustisch umgewandelte Kulmgesteine hat dort Klvaňa an mehreren Stellen beobachtet.

Heutzutage sind am Roten Berge auf dem kuppenförmigen Gipfel 726 ein und an dessen südlichem Abhange in der Richtung von Nordwest nach Südost zwei weitere Basaltbrüche aufgeschlossen, deren Lage zugleich den Verlauf des hiesigen Basaltstromes andeutet. Der Kürze halber will ich in meinen weiteren Erörterungen diese Brüche von Nordwest nach Südost schreitend mit I, II und III bezeichnen.[3]

---

[1] Erläuterungen zur geolog. Karte etc., Blatt Freudenthal, 1898, p. 79.

[2] Beiträge zur Petrographie der mährisch-schlesischen Basalte. Verhandl. d. Naturforsch. Vereins in Brünn, 32. Bd.

[3] Der Basalt besitzt am Roten Berge eine andere Verbreitung, als es auf der neuesten geologischen Karte Tietze's dargestellt wurde. Er reicht nämlich von der Kuppe 726 über deren ganzen südlichen Abhang beinahe bis zur Kote 695 und von da nach Ost bis zu dem nahen Waldrande (die Brüche II und III).

I. Bruch. Der oberste Basaltbruch am Roten Berge (an der Kote 726) ist am größten, von Ost nach West 60 *m*, von Süd nach Nord 70 *m* lang, bis 7 *m* tief. Der Bruch ist vor 23 Jahren von Herrn Josef Dorrich in Nürnberg bei Stadt Liebau angelegt worden. Wie mir der Verwalter der Basaltbrüche am Roten Berge, Herr Peter Binder, erzählte, stand an der Stelle, wo sich jetzt der Bruch I befindet, noch vor 20 Jahren, als man diesen Bruch in Betrieb setzte, eine 16 *m* hohe Basaltwand, die nun fast vollständig abgetragen ist. Der Gipfel 726 besaß also seinerzeit eine ausgezeichnete Kegelform und machte sich damals für seine Umgebung offenbar orographisch viel deutlicher bemerkbar als die heutige flache Kuppe.

Der Basalt wird hier sehr intensiv, fast ausschließlich zur Beschotterung der Straßen abgebaut (jährlich bis 5000 m^3). Dieser Bruch sowie jene zwei im Südost davon benachbarten (II und III) gehören der Ersten mährischen Basaltschotter-Gewerkschaft in Bautsch.

Einige Schritte nordwestlich von diesem größten Bruche I liegt noch ein verlassener kleiner Bruch, den ich mit IV

Nach einer Unterbrechung von zirka $^1/_2$ *km* setzt er sich wieder in nordsüdlicher Richtung bis zur Kote 698 fort, wo er in einem großen, seit 22 Jahren bestehenden Bruche aufgeschlossen ist. Wir haben es hier also mit einem ungefähr $1^1/_2$ *km* langen (allerdings durch spätere Denudation unterbrochenen) Basaltstrome zu tun, der auch auf der neuesten Tietze'schen Karte nicht verzeichnet ist.

Nach Nordost erstreckt sich der basaltische Boden bis zur Kote 723. Dagegen ist nach Ost die Verbreitung des Basaltes eine geringere, als es die Tietzesche Aufnahme darstellt; denn der Gipfel 730 besteht nicht aus Basalt, sondern aus Kulmschiefern und »Blöcke und Stücke des Basaltes«, die Tietze (p. 79) weiter im Osten gegen den »Roten Berg« der Generalstabskarte hin beobachtet hat, sind wahrscheinlich bloß Geschütte der einst offenbar viel höheren Basaltkuppe 726. Eine starke Abtragung dieser Kuppe im Laufe der Zeit gibt Tietze selbst zu.

Der Vollständigkeit halber erwähne ich, daß das von Ferdinand Römer verzeichnete Basaltvorkommen am Sanikel oder Saunikel, nordöstlich von Bärn, und jenes östlich von Altliebe in der Wirklichkeit nicht existieren. Die Kuppe des Sanikels besteht aus Diabas und das angebliche Vorkommen östlich von Altliebe ist eine »Klopfstelle« von Basalt; größere Basaltblöcke vom Roten Berge werden nämlich hiehergeführt und hier zum Straßenschotter zerschlagen.

bezeichnen will. Einige Meter westlich von dem Bruche IV hört der Basalt auf.

Im Bruche I kann man folgende Lagerungsverhältnisse beobachten:

1. Die Unterlage des Basaltes bildet hier der Kulmschiefer, der *h* 3 streicht und unter 40 bis 90° bergeinwärts einfällt, zum Teil gefaltet ist. Am Kontakte mit dem Basalte zeigt dieser Kulmschiefer gelbe bis rote kaustische Färbung, wie man es namentlich westlich vom Bruche IV, wo dieser kontaktmetamorphosierte Schiefer ansteht, deutlich beobachten kann.

2. Über dem gefritteten Kulmschiefer liegt zu unterst eine nach der Angabe des Herrn Verwalters Binder bis 4 *m* mächtige Lage von zumeist roten blasigen Lavablöcken, Schlacken und braunen bis roten Lapilli. In dem sogenannten »Goldloch«, einem Versuchsloch westlich vom Bruche I wurde nämlich diese Lage in einer Mächtigkeit von 4 *m* konstatiert.

3. Darüber folgt der erste Basaltstrom, der aus dichtem bis feinkörnigem, kompaktem, festem, widerstandsfähigem, im Niederen Gesenke im Volksmunde allgemein »Eisenstein« genannten Basalt besteht. Dieser älteste Erguß, bisher nur im südlichen Teil des Bruches in die Tiefe von 1 bis 2 *m* aufgeschlossen, soll nach der Mitteilung des Herrn Binder in mehreren nördlich vom Bruche I gegrabenen Versuchslöchern eine Mächtigkeit von bis zirka 20 *m* erreichen.

4. Über diesem dichten »Eisenstein« liegt ein zweiter Strom, der aus grobbohnigem,[1] mehr bröckligem und leicht

[1] Makowsky nennt l. c. dieses Gestein »sphärolithischer« oder »pisolitischer«, auch »Erbsenbasalt«. Herr Prof. Ing. A. Rosiwal, dem ich einige Proben von diesem Gestein gesandt habe, teilt mir mit, daß dasselbe dem sogenannten »Graupenbasalt« vom Hütberg bei Radowitz in Böhmen gleiche. Der Basalt zeigt u. d. M. keine Spur einer sphäroidalen Struktur. Es ist dies eine unregelmäßig polyedrische Absonderung durch feine Risse, die die Masse zerteilen und quer durch alle Mikrobestandteile des Basaltes hindurchgehen. Auch der Dünnschliff zerspringt nach diesen Klüften in eckige Stücke. Vielleicht ist der ganze Vorgang eine Art Verwitterungsklüftung oder Absonderung, obgleich längs der Risse keine Sekundärprodukte abgeschieden sind. — Wie Makowsky sagt, treten in frischem Zustande des Basaltes die meist erbsengroßen, rundlichen, kugeligen Formen bloß als dunkle gestrahlte

verwitterndem Basalte[1] besteht, der im Bruche I 4 bis 5 *m* mächtig ist.

5. Zu beiden Seiten (östliche und westliche Wand) des Bruches I sowie im Bruche IV wird dieser bohnige Basalt wiederum von einem kompakten »Eisenstein« deckenartig überlagert, der aber zumeist abgebaut ist und im Bruche I nur noch stellenweise, am Rande der Kuppe 726 aber überall in einer Mächtigkeit von bis 3 *m* ansteht. Die weiter oben erwähnte 16 *m* hohe Wand in der Mitte des heutigen Bruches I soll aus diesem obersten »Eisenstein« bestanden haben.

6. Über diesem dritten Ergusse folgt nun schließlich wiederum eine $^1/_2$ bis $2^1/_2$ *m* mächtige Lage von Lapilli, roter, zum Teil geschichteter, blasiger Lava, Lavaauswürflingen und »Bomben« gefritteter Kulmgesteine. Diese Lage von Lava und losen vulkanischen Auswürflingen sieht man heutzutage zusammenhängend nur noch im Bruche IV und zwischen diesem und dem nördlich gelegenen Waldrande, während sie im östlichen, westlichen und nördlichen Teile des Bruches I nur noch in größeren und kleineren Nestern über den Köpfen der Basaltsäulen liegt und hier durch ihre rote Färbung von weitem auffällt.

In braunen und roten Lapillianhäufungen sind hier zahlreiche Schlacken, Lavafladen, ferner überaus zahlreiche, zumeist abgerundete, gewöhnlich faust- bis kopf-, aber auch bis $^1/_2$ m^3 große Stücke gefritteter Kulmschiefer und Grauwacke (»fremdartige Bomben« einiger Autoren) eingebettet.

Während ich am Köhlerberge, am Venusberge sowie auf den beiden Raudenbergen gefrittete Stücke von Kulmgesteinen nur in Form von Einschlüssen in den Lavabomben beobachtet habe, sind in dem Lapillilager am Roten Berge derartige

---

Flecken aus der »Grundmasse« hervor, die bei fortschreitender Verwitterung des Gesteines immer deutlicher werden (»Sonnenbrand«), bis endlich der Basalt in ein Aggregat von lockeren, zuletzt in ein Haufwerk von einzelnen, äußerlich ockergelb (oder bis weiß) gefärbten Kugeln zerfällt. — Nach Klvaňa erscheinen die Kügelchen etwas bräunlichgrau, während die bindende Masse eine blaugraue Farbe besitzt. Klvaňa nennt das Gestein bohnigen Basalt und ich habe mich ebenfalls entschlossen, diese Benennung provisorisch zu gebrauchen.

[1] 1 m^3 des bohnigen Basaltes wiegt 18, 1 m^3 des »Eisensteines« 21·80 *q*.

Stücke metamorphosierter Kulmgesteine in großer Menge ohne irgend welche Lavaumhüllung eingebettet.

Symmetrische Lavabomben habe ich am Roten Berge während meines allerdings nur fünfstündigen Aufenthaltes nicht gefunden.

Diese Anhäufungen von losen vulkanischen Auswürflingen dürften seinerzeit eine zusammenhängende Decke über dem jüngsten Basaltergusse des Roten Berges gebildet haben. Allein im Laufe der Zeit ist diese Decke zum größten Teile abgetragen worden und bloß die rot gefärbten Felder zwischen den Koten 726 und 723 und östlich von der Kote 726[1] sowie die heutigen nesterartigen Relikte dieses Lapillilagers in den Brüchen I und IV beweisen, daß die eruptive Tätigkeit des hiesigen Vulkanes mit dem Ausschleudern von Lapilli, Lavafetzen und aus Kulmgesteinen bestehenden Projektilen sowie einem Lavaergusse geendet hat.

Ich erwähne bereits an dieser Stelle, daß in dem soeben besprochenen Lapillilager zahlreiche Quarzgerölle vorkommen.

Der Basalt aller drei Ergüsse im Bruche I zeigt eine bankige Absonderung. Die Basaltbänke fallen im unteren Teile des Bruches nach West, im oberen nach Ost ein. Diese Bänke sind nach Ost, eventuell West diagonal zerklüftet, so daß man auf den ersten Blick glaubt, breite, dicke, geneigte Säulen vor den Augen zu haben. Diese Säulen zerfallen in große Kugeln, welche im oberen (nördlichen) Teile des Bruches in großer Menge lose herumliegen.

Merkwürdigerweise befinden sich in dem dortigen Basalte sehr häufig nuß-, aber auch bis kopfgroße, eckige oder auch runde Stücke von braunroter und auch grünlicher grobblasiger Lava eingeschlossen,[2] die aus dem verwitterten Basalte, sowie auch beim Zerschlagen desselben, leicht herausfallen und sodann im Steinbruche sowie in dessen Umgebung herumliegen. Diese blasige Lava selbst enthält wiederum häufige Einschlüsse gefritteter Kulmgesteinsfragmente.

[1] Daher der Name »Roter Berg«.

[2] Ähnliche Einschlüsse von blasiger Lava fand ich wiederholt auch im Nephelintephrite des Kunětice Berges bei Pardubitz.

Wenn wir uns daran erinnern, daß unter den Basaltergüssen des Roten Berges eine Lage von Lapilli und blasiger Lava sich befindet und somit die eruptive Tätigkeit dieses Vulkanes mit dem Auswurf loser vulkanischer Gebilde begonnen hat, werden wir Lavaeinschlüsse in späteren Basaltströmen begreiflich finden.

Außerdem sieht man öfters in dem hiesigen Basalte eingeschlossene Fragmente von kaum verändertem Schiefer und Grauwacke, aber auch von Kulmgesteinen, die eine starke Umwandlung aufweisen.

II. Bruch. Weiter südöstlich am Abhange der Kuppe 726 liegt ein kleinerer, derzeit verlassener Bruch (30 *m* lang, 30 *m* breit, zirka 8 *m* tief), der vor 15 Jahren von Herrn Ludwig Potsch in Gundersdorf eröffnet worden ist. An der Sohle dieses Bruches steht an einer Stelle der »Eisenstein« des ersten Ergusses an. Darüber liegt der in der nördlichen Wand dieses Bruches in einer Mächtigkeit von 4 bis 5 *m* aufgeschlossene bohnige Basalt, in fast horizontale Bänke und breite Säulen (wie im Bruche I) abgesondert, die in konzentrisch-schalige Kugeln zerfallen. Der »Eisenstein« des dritten Ergusses fehlt hier.

Über dem bohnigen Basalte liegt direkt eine im östlichen und westlichen Teile des Bruches bloß 1 *m*, in der nördlichen Wand in der Mitte des Bruches bis 3 *m* mächtige Lage von schwarzer und rötlicher Lava (wie im Bruche IV) mit einigen größeren Lavaauswürflingen. Die Lava ist nur undeutlich stratifiziert, die Schichten fallen im westlichen Teile des Bruches unter 10° nach Nordwest, im östlichen Teile nach Südost ein, in der Mitte der nördlichen Wand liegen sie horizontal. Daraus ergibt sich ein flach antiklinaler Aufbau des Stromes.

Die Felder über diesem sowie über dem Bruche III sind rot gefärbt, woraus man schließen kann, daß diese oberste Lavalage auf dem Abhange des Bergrückens ziemlich hoch hinaufreicht und demzufolge eine zusammenhängende, weiter oben mächtigere Decke über den Basaltströmen bildet. Wie bereits erwähnt wurde, beweisen die rot gefärbten Felder zwischen den Koten 726 und 723 sowie zugleich die auf diesen Feldern

herumliegenden roten Lavastücke, daß diese jüngste Decke von Lava und losen Auswurfsmassen auch bis zur Goldenen Linde sich erstreckt hat.[1]

III. Bruch. Noch weiter südöstlich auf demselben Abhange liegt der Bruch III, der zwar erst vor vier Jahren aufgeschlossen worden ist, in dem aber der Basalt sehr intensiv gewonnen wird (jährlich 1500 m^3), so daß sich das Aussehen des Bruches sehr rasch ändert. Dieser Bruch ist von Ost nach West 60 *m*, von Süd nach Nord 30 *m* lang, seine nördliche Wand ist bloß 3 *m* hoch.

Die ganze aufgeschlossene nördliche Wand in diesem Bruche besteht aus dem bohnigen Basalte, der hier eine ausgezeichnet plattenförmige Absonderung zeigt. Die 10 bis 20 *cm* dicken Platten fallen im westlichen Teile des Bruches unter 5 bis 10° nach West, im östlichen Teile unter 2 bis 3° nach Ost ein, in der Mitte des Bruches liegen sie horizontal. Dies bedeutet also wiederum einen flach antiklinalen Aufbau dieses Stromes.

Durch Versuchslöcher wurde konstatiert, daß unter dem bohnigen Basalte auch hier der bloß 1 *m* mächtige »Eisenstein« und unter demselben, wie im Bruche II, rote Lapilli und Lava folgen. Der jüngste, aus kompaktem »Eisenstein« bestehende Strom fehlt auch in diesem Bruche.

In der östlichen Ecke des Bruches sieht man über dem bohnigen Basalte eine $^1/_2$ *m* mächtige Lage von schwarzer und rötlicher, blasiger Lava, die auffallend viele kaustisch gefärbte Grauwackeneinschlüsse enthält.

Zu oberst liegt im Bruche III $^1/_2$ bis 1 *m* Basaltgrus.

Grüne und graue blasige Lava-, graue, gelbe und rote Grauwacken- und Schiefereinschlüsse kommen auch in dem Basalte der Brüche II und III häufig vor. Die Einschlüsse der Kulmgesteine sind auch hier zum Teil sehr stark gefrittet.

Weiter unten, südlich vom Bruche III, auf den dortigen Wiesen nahe dem Walde ist der »Eisenstein« angeblich

[1] Nach Angabe des Herrn Verwalters Binder nimmt der ganze basaltische Boden am Roten Berge die Fläche von etwa 100 Metzen ein, wovon mehr als die Hälfte auf das rot gefärbte Terrain entfällt.

bereits vor 22 Jahren gewonnen worden. Die damaligen Versuchslöcher sind heutzutage verschüttet.

»Blaue Pfütze«. Der letzte Basaltbruch in dieser Gegend liegt direkt an der Kote 698, südlich vom Roten Berge (südöstlich vom Bruche I). Dieser Bruch gehört der Firma Edward Baier & Komp. in Nürnberg bei Stadt Liebau, das betreffende Grundstück (Parzelle 787) gehört zur Gemeinde Schönwald. Einen eigenen Namen hat dieser Bruch nicht, die dortigen Steinbrucharbeiter nennen die betreffende Stelle »Blaue Pfütze«, wobei aber zu bemerken ist, daß auf der Karte 1 : 25.000 mit »Blaue Pfütze« die Gegend $1^1/_2$ *km* östlich von der Kote 698 bezeichnet ist.

Der Basaltbruch an der Kote 698 ist vor 22 Jahren von Herrn Florian Mader in Schönwald aufgeschlossen worden, seit 12 Jahren wird der Abbau des Basaltes sehr intensiv betrieben, so daß jährlich 2000 m^3 Basalt gewonnen werden.

Der Bruch ist von Ost nach West 30 *m*, von Süd nach Nord 20 *m* lang und beiläufig 6 bis 8 *m* tief. Die aus Kulm bestehende Unterlage des Basaltes wurde im Bruch selbst nicht erreicht. Der ganze Strom dürfte hier zirka 10 *m* mächtig sein.

Zu unterst, soweit die Aufschlüsse reichen, liegt hier der nur in seiner obersten Lage im südlichen Teile des Bruches aufgeschlossene, kompakte, feste »Eisenstein«. Darüber folgt der zweite bis 5 *m* mächtige, aus bohnigem Basalte bestehende Erguß, der aber nur die Mitte des Rückens einnimmt, nach Ost und West reicht er nicht so weit wie der ältere Strom. Der bohnige Basalt, sofern er der Luft ausgesetzt war, ist auffallend grau gefärbt. Auf den übrigen Vorkommen in diesem Gebiete erreicht er nirgends so graue Färbung.

Der dritte Erguß fehlt auch hier, denn am östlichen Rande des Bruches sieht man über dem bohnigen und zum Teil »transgredierend« auch über dem kompakten Basalte eine Lage von roter Lava und roten Schlacken.

Der bohnige Basalt zeigt hier eine säulenförmige Absonderung; dicke bis 1 *m* breite Säulen zerfallen in konzentrisch-schalige Kugeln.

Über dem bohnigen Basalte liegt im westlichen und nördlichen Teile des Bruches eine $^1/_2$ bis 1 *m* mächtige Schicht von

braunem Basaltgrus, in dem solche Basaltknollen und Kugeln eingebettet sind.

Auch nördlich von diesem Bruche im Walde finden sich solche Basaltkugeln vor. Ich sah in diesem Walde drei Versuchslöcher, in denen rote Schlacken und Lava sowie der bohnige Basalt aufgeschlossen waren.

Auch in diesem Bruche an der Kote 698 sieht man im Basalte zahlreiche Einschlüsse von zumeist grüner blasiger Lava und mehr oder weniger gefritteten Kulmgesteinen.

Im südlichen Teile des Bruches hört der Basalt auf, weiter nach Süd kommt er nicht mehr vor.

Zum Schlusse bemerke ich, daß ich in dem ganzen von mir bereisten vulkanischen Gebiete nirgends so grobbohnigen Basalt gesehen habe, wie in den soeben besprochenen Brüchen am Roten Berge und an der Kote 698. Einzelne Stücke dieses Basaltes sind aus 2 bis 3 *cm* großen Kügelchen zusammengesetzt, namentlich im Bruche I und in dem zuletzt besprochenen.

Ferner sei noch betont, daß in dem dortigen Basalte überaus häufig größere Olivinkörner, auch Olivinnester von 2 bis 3 *cm* im Durchmesser, ja sogar, wenn auch seltener, bis Faustgröße vorkommen.

Es unterliegt nach den bisherigen Erörterungen keinem Zweifel, daß auch der Rote Berg, respektive die Kuppe 726, geradeso wie die beiden Raudenberge, der Venusberg und der Köhlerberg das Rudiment eines erloschenen Vulkanes vorstellt, allein die Abtragung des Aufschüttungskegels war offenbar am Roten Berge noch viel weitgehender als auf allen übrigen genannten Vulkanbergen des sudetischen Gesenkes.

Die soeben geschilderten Lagerungsverhältnisse in den dortigen Basaltbrüchen beweisen, daß hier nach Bildung eines Schlotes auf der Kuppe 726 zuerst ein Lavaerguß und eine heftige Explosion stattfand, bei der Massen von losen vulkanischen Auswürflingen aus dem Schlote herausgeschleudert wurden. Sonach ergoß sich der heutzutage aus kompaktem, festem »Eisenstein« bestehende Strom, dem folgte dann ein zweiter Deckenerguß des heutigen bohnigen Basaltes. Diese beiden Ergüsse bewegten sich anfangs nach Südostost, sodann nach

Süd bis zur Kote 698. Es folgte dann ein dritter Erguß (»Eisenstein«), der aber bloß die nächste Umgebung des Schlotes überflutete.

Die eruptive Tätigkeit dieses Vulkanes endete mit einem kleineren Lavaerguß und zugleich einer Explosion von Lavafetzen, »Bomben« von Kulmgesteinen und Lapilliregen.[1]

Diese losen Auswürflinge bedeckten nicht nur die genannten Ströme, sondern sie sind auch weiter nach Nordost bis zur »Goldenen Linde« (über 1 *km*), ja sogar noch $1^1/_2$ *km* weit bis zur Kote 698 getragen worden.

Die körnige Struktur des Basaltes der genannten drei übereinander liegenden Ergüsse beweist, daß diese Ströme nicht an der Oberfläche rasch erkalteten, sondern unter der besprochenen schützenden Decke der Lava und der losen Auswürflinge allmählich erstarrten; denn sie müßten sonst eine schlackige Struktur (»Lava«) besitzen.

Der Rote Berg gehört also zum Typus der Stratovulkane.

Von den weiter oben aufgezählten selbständigen Basaltvorkommen im Gebiete des Kartenblattes Freudenthal haben sich also fünf als Überreste erloschener Vulkane herausgestellt: der Köhlerberg, der Venusberg, der Große und der Kleine Raudenberg und der Rote Berg.

Die übrigen zwei genannten Basaltvorkommen im Gebiete desselben Kartenblattes sowie weitere Eruptionspunkte im Niederen Gesenke kommen anläßlich der Besprechung der Altersfrage der sudetischen Basalteruptionen weniger in Betracht. Wie ich bereits am Anfange der vorliegenden Besprechung erwähnt habe, werde ich eine eingehende Beschreibung sämtlicher mährisch-schlesischer Basalteruptionen später veröffentlichen.

Das quartäre Alter unserer Eruptionen.

Analog mit den meisten mitteleuropäischen Basalteruptionen hat man bisher auch die Ausbrüche der erloschenen

---

[1] Am Eisenbühlvulkane in Böhmen erfolgten ebenfalls zwei Aschenausbrüche zu verschiedener Zeit.

Vulkane in Mähren und Schlesien in die tertiäre Zeit versetzt.

Auch Tietze, der sich zuletzt mit dem Studium dieser Vulkane befaßt hat, glaubt, daß sich diese Ausbrüche ungefähr in oligozäner Zeit abspielten, und bemerkt hiezu: »Mit dieser Vermutung, die allerdings sehr große Wahrscheinlichkeit für sich hat, müssen wir uns vorläufig begnügen« (l. c. p. 85).

Als ich im Jahre 1906 die Basaltbrüche des Herrn Wilhelm Nather bei Messendorf besucht habe, war ich nicht wenig überrascht, unter dem dortigen Stromende des Venusberges ein Schotterlager zu erblicken. Weitere Nachforschungen und wiederholte Besuche dieses interessanten Steinbruches ergaben folgendes:

Der Basaltbruch des Herrn Nather ist am nordöstlichen Ende des vom Venusberge ausgehenden Stromes vor acht Jahren aufgeschlossen worden. In keinem zweiten Basaltbruche des in Rede stehenden Gebietes wird so intensiv abgebaut wie in dem Nather'schen. Der hiesige Basalt wird zum Teil als Straßen- und Betonschotter, zum Teil in einer Quetschmaschine zermalmt, als »Sand« zur Zementfabrikation benützt. Von diesem Basalt werden jährlich bis 400 Waggons gebrochen und als Straßenschotter namentlich nach Floridsdorf bei Wien und selbst bis Oberösterreich verfrachtet.

Infolge des energischen Abbaues ändert sich stets das Aussehen des Bruches und bei jedem meiner Besuche zeigte er ein anderes Bild.[1] Voriges Jahr war die westliche Wand des Nather'schen Bruches bloß 14 *m*, heute ist sie bereits 16 *m* hoch. Während der letzten acht Jahre, seitdem dieser Bruch im Betrieb steht, ist der Basalt bereits 60 *m* von dem ursprünglichen Gehänge des Schwarzbachtales in den Berg hinein abgebaut worden. Im oberen Teile des Bruches, wo jetzt in der weiter unten erwähnten Tuffdecke ein tiefer Einschnitt ausgegraben worden ist, um von dort an einen terrassenförmigen Abbau zu beginnen, ist man sogar schon 80 *m* tief in den Berg

[1] So z. B. sieht man heutzutage in diesem Bruche nicht mehr jene schöne fiederförmige Anordnung der »Eisenstein«säulen, von der ich in Verhandl. d. k. k. Geol. R. A. 1906, p. 114, berichtet habe.

hineingedrungen. Als ich zum letzten Male den Nather'schen Bruch besuchte, wurde dort eine zweite Quetschmaschine aufgestellt; man kann also erwarten, daß sich nun das Aussehen des Bruches noch rascher ändern wird.

Der zuletzt von mir gesehene Aufschluß im Nather'schen Bruche zeigt deutlich, daß hier vier Ergüsse nacheinander erfolgt sind (siehe Fig. 1):

1. Der unterste, älteste Erguß besteht nämlich aus einem Basalte, der im Nather'schen Bruche von den Arbeitern »Wurzelstein« genannt wird (siehe Taf. III). Er ist ziemlich stark olivinhaltig, in 4-, 5- bis 6eckige, verhältnismäßig scharfkantige, verschieden geneigte Säulen abgesondert und besitzt südlich vom Nather'schen Bruche, in dem der Gemeinde Messendorf angehörenden Bruche, eine Mächtigkeit von 2 *m*; weiter nach Nord (im Nather'schen Bruche) ist er bloß 1 *m* mächtig. Dieser »Wurzelstein« ist mitunter ganz dicht oder feinkörnig und kompakt wie der bereits öfters erwähnte »Eisenstein«, mitunter ist er aber stark löcherig, braun, mit Ockerrinde überzogen. Diese letzteren Eigenschaften rühren offenbar von der Einwirkung des Wassers her, welches, wie weiter unten des näheren besprochen wird, an der Basis des Venusbergstromes sich ansammelt.

2. Über diesem »Wurzelstein« folgt der zweite Erguß des bohnigen Basaltes, der sich in plumpe, breite, fast senkrecht stehende Säulen abgesondert hat (Taf. II). Dieser Erguß ist in dem bereits erwähnten, der Gemeinde Messendorf angehörenden Bruche am mächtigsten entwickelt (über 3 *m*). Nach Nord zu werden die dicken Säulen dieses bohnigen Basaltes immer niedriger, bis sich endlich dieser älteste Strom im mittleren Teile des Nather'schen Bruches vollständig auskeilt (siehe Fig. 1 im Texte und Taf. IV). Im nördlichen Teile dieses Bruches liegt demzufolge der dritte Erguß direkt auf dem »Wurzelstein«.

3. Darüber nach unten zumeist scharf abgegrenzt, folgt deckenartig ein dritter Erguß, der aus dem kompakten, festen »Eisenstein« gebildet ist, welcher sich in schlanke, verschieden geneigte Säulen abgesondert hat. Diese »Eisenstein«decke ist

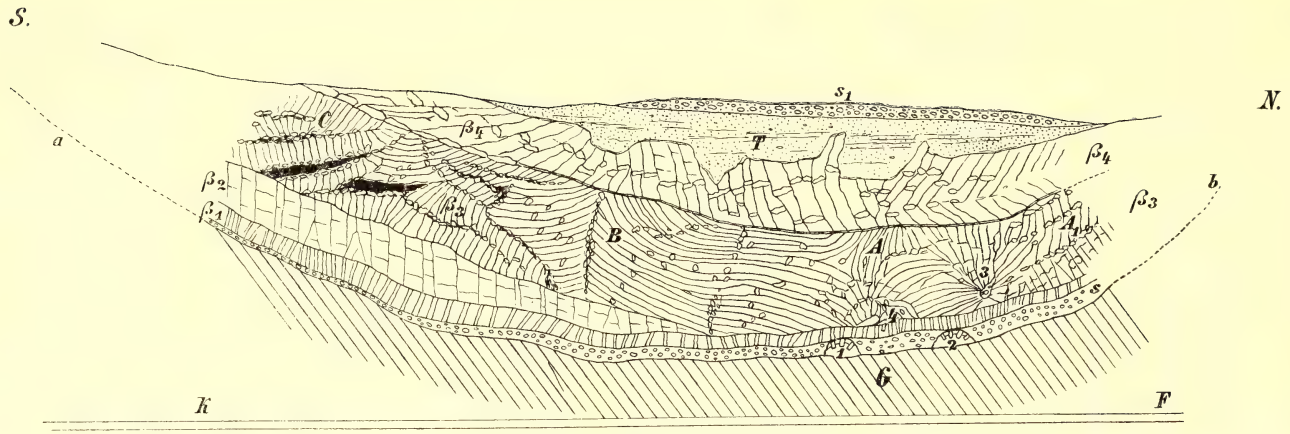


Fig. 1.

Querprofil durch das Ende des Basaltstromes des Venusberges.

$F \ldots K$ = Straße von Freudenthal nach Karlsberg.
A = Nather's Hauptbruch.
A_1 = Verschütteter nördlicher Teil dieses Bruches.
B = Verlassener südlicher Teil dieses Bruches.
C = Bruch der Gemeinde Messendorf.
1, 2 = »Gänge«.
3, 4 = Gequetschte Klumpen des präbasaltischen Tones und Schotters, im Basalte eingeschlossen.
G = Grauwacke und Schiefer des Kulm.
s = Präbasaltischer Ton und Schotter.
β_1 = I. Erguß: »Wurzelstein«.
β_2 = II. Erguß: Bohniger Basalt.
β_3 = III. Erguß: »Eisenstein«.
β_4 = IV. Erguß: Bohniger Basalt.
T = Tuffdecke.
s_1 = Postbasaltischer Terrassenschotter des Schwarzbaches.
$a \ldots b$ = Alte Talsohle.

zumeist 5 bis 6 *m*, stellenweise aber auch über 7 *m*, nach Süd hin nur 4 *m* mächtig.

4. Darüber liegt eine weitere, $^1/_2$ bis 2 *m* mächtige Decke von wiederum bohnigem Basalte mit zumeist schlank, aber auch breit säulenförmiger Absonderung (siehe Taf. IV). Dieser letzte Erguß war zur Zeit meines vorjährigen Besuches nur im nördlichen Teile des Nather'schen Bruches sichtbar, heuer war er auch im südlichen Teile desselben Bruches aufgeschlossen. Daraus folgt, daß dieser dritte Erguß nicht so weit nach Ost gereicht hat wie die zwei älteren (siehe Fig. 2, p. 1802).

Die Oberfläche dieses letzten Ergusses ist merkwürdigerweise sehr uneben, man kann sogar sagen zackig, infolgedessen schwankt auch die Mächtigkeit dieses oberen bohnigen Basaltes von 0 bis zu 2 *m*.

5. Zu oberst über den besprochenen vier Basaltströmen liegt eine $^1/_2$ bis 1 *m* mächtige Decke von lockerem, braunem Tuff (siehe Taf. II, IV), in dem zahlreiche eckige, 2 bis 3 *cm* große Brocken zumeist poröser bis blasiger, schwarzer Basaltlava (Lapilli) eingebettet sind. Dieselben erinnern lebhaft an die Basaltlavabrocken in der Tuffbreccie bei Raase und bei Karlsberg.

Dieser Tuff ist stellenweise geschichtet, stellenweise zeigt er aber keine Spur von einer Schichtung.[1] Er füllt die weiter oben erwähnten Unebenheiten der Oberfläche des vierten Basaltergusses aus, dessen Säulen in diese Tuffdecke stellenweise klippenartig hinaufragen.

Diese Tuffdecke scheint gegen den Venusberg hin mächtiger zu sein. Sie macht sich auch orographisch bemerkbar: wenn man vom nordöstlichen Abhange des Venusbergkegels gegen das nördliche Stromende hinblickt, tritt deutlich diese Tuffdecke als eine Erhebung auf der Stromoberfläche hervor.

---

[1] Bei näherer Betrachtung zeigt es sich, daß in dieser Tuffdecke, ähnlich wie im Basalte am nördlichen Ende des Nather'schen Bruches, seinerzeit gegraben worden ist. Es sind dort an einigen Stellen abgeschlagene Stücke von Basaltsäulen durcheinandergeworfen, als wenn in dieser Decke jemand herumgewühlt hätte. Viele unter diesen Basaltstücken sind zersetzt, ja sogar bis ganz erweicht; sie sind offenbar eine Zeitlang der Luft und dem Wasser ausgesetzt worden. Vielleicht wurde hier seinerzeit (auf Erze?) geschürft.

Es ist dies kein Tuff im strengsten Sinne, der im Wasser zur Ablagerung gelangt wäre, sondern eine lockere Anhäufung loser vulkanischer Auswürflinge, die wahrscheinlich durch eine Luftströmung vom Venusbergkegel hergetragen worden sind.

Ich möchte diesen Tuff mit Gümbel als »Trockentuff« bezeichnen. Seine stellenweise deutlich ersichtliche, offenbar direkte Stratifizierung aus der Luft muß doch auch unter dem Einflusse äolischer Wirkungen während der Eruption des Venusbergvulkanes entstanden sein, denn dieses Tufflager befindet sich $1^1/_4$ *km* weit vom Gipfel des Venusbergkegels. Offenbar dürften also diese Auswurfsmassen von einem während der Eruption herrschenden Südwinde erfaßt, gegen das heutige Stromende getragen und auf dem Rücken des Stromes niedergesetzt worden sein.[1]

Das Liegende dieser vier übereinander folgenden Ströme bilden der Schiefer und die Grauwacke des Kulm, die sowohl im Nather'schen als auch in dem der Gemeinde Messendorf angehörenden Bruche deutlich aufgeschlossen sind. Die Kulmschiefer streichen hier nach *h* 12 und fallen unter 45 bis 60° zumeist nach Ost (stellenweise durch Verwerfungen auch in umgekehrter Richtung) ein.

Im Basalte des ältesten Ergusses (»Wurzelstein«) sind überaus zahlreiche Einschlüsse von gefritteten Kulmgesteinen zu sehen: inkorporierter präbasaltischer Schutt. Einige von diesen Einschlüssen erreichen eine ansehnliche Größe; ich sah dort einen kantigen verglasten Grauwackeneinschluß von $^1/_2$ *m* im Durchmesser.

Bereits im Messendorfer Gemeindebruche sieht man auf dem Kulm Quarzgerölle liegen. Nach Nord hin wird dieses präbasaltische Schotterlager mächtiger, bis man im nördlichen Teile des Nather'schen Bruches am Kontakte zwischen Kulm und Basalt eine $^1/_2$ bis 2 *m* mächtige Schichte von gelblichem Lehm, stellenweise grauem, fettem Ton vorfindet, in dem viele nuß- bis faustgroße Gerölle von weißem, seltener auch gelbem und rotem Quarz, hie und da auch eckige Bruchstücke und Gerölle, ja sogar $^1/_2$ m^3 große Blöcke von der

[1] Vergl. Proft, Jahrb. d. k. k. Geol. R. A., Bd. XLIV, 1894, p. 73.

Grauwacke des Kulm eingebettet sind. Stellenweise ist dieser gelbliche Lehm mit Quarzgeröllen wie gespickt.

Im Jahre 1906 hatte ich Gelegenheit, dieses präbasaltische Schotterlager zu photographieren, heuer war es bereits zum größten Teile vom Abraum verschüttet.

Im nördlichen Teile des Nather'schen Bruches sah ich an drei Stellen große zungenförmige Fetzen von diesem Lehm mit Schotter an der Basis des Stromes im »Wurzelstein« eingeschlossen (siehe Taf. III, V), die schlanken »Eisenstein«säulen waren um diese geschlossene Naht radial angeordnet (»Sterne« nennen es die Arbeiter). Die offenbar ziemlich dünnflüssige Lava wälzte sich wahrscheinlich über die hügelförmigen Unebenheiten dieser Lehm- und Schotterunterlage, riß Klumpen davon mit, schloß sie in sich ein, indem sie dieselben zum Teil auch zungenförmig quetschte.

Sehr interessant sind mehrere sonderbare, höhlenartige »Gänge«, die sich am Kontakt zwischen Kulm und Basaltstrom vorfinden und die beim fortschreitenden Abbau des Basaltes immer neu aufgeschlossen werden.

Zwei »Gänge«, die zur Zeit meines letzten Aufenthaltes im Nather'schen Bruche aufgeschlossen waren (siehe Taf. IV), verlaufen anfangs der eine in westlicher, der andere in südwestlicher Richtung, teils bergab, teils bergauf; im weiteren Verlaufe kreuzen sie sich aber, sind stellenweise so hoch, daß ein Mann darin schreiten kann, stellenweise verengen sie sich auf einen $^1/_2$ *m*. Säulen des »Wurzelsteines« ragen aus dem oberen Gewölbe dieser Gänge verschieden tief heraus (siehe Fig. 1, p. 19). Der Boden dieser »Gänge« ist stets von Lehm oder Ton mit Quarzgeröllen, stellenweise auch von gelbem, feinem Quarzsand bedeckt.

Herr Nather hat mit den Steinbrucharbeitern einen von solchen »Gängen« 25 *m*, einen anderen sogar bis 31 *m* weit in den Berg hinein verfolgt. Von etwa 10 *m* an stieg der »Gang« immerfort, kleinere Unebenheiten seiner Sohle ausgenommen; hinter 31 *m* folgte eine plötzliche stufenförmige Senkung, in welcher Wasser stand.

Im Basaltbruche der Gemeinde Messendorf sieht man ebenfalls einige »Gänge«, aber mitten im Basalte. Diese

letzteren Löcher dürften Überreste des hier seinerzeit von der Stadt Freudenthal angeblich auf Eisenerze betriebenen Bergbaues sein.[1]

Die »Gänge« im Nather'schen Bruche jedoch sind offenbar Auswaschungen in der weichen präbasaltischen Lehm- und Schotterunterlage, die sich nach Südwest gegen den Venusberg hin beständig fortsetzt; sie sind ausgehöhlt vom an der Basis des Venusbergstromes stets fließenden Grundwasser, welches südlich vom Nather'schen sowie auch südlich von dem benachbarten Gemeindebruche in zwei stabilen Quellen zu Tage tritt.

Die wechselnde Höhe dieser »Gänge« und die Unebenheiten ihrer Sohle entsprechen meiner Ansicht nach der wechselnden Mächtigkeit des präbasaltischen Schotterlagers und den Unebenheiten der alten Talsohle, auf der der Strom des Venusberges geflossen ist.

Interessant ist ferner die Tatsache, daß an der Basis des Basaltstromes nicht nur eckige Stücke von metamorphosierten Gesteinen des Kulm, sondern auch zahlreiche kleine, aber auch bis faustgroße Gerölle von weißem Quarz im Basalt (»Wurzelstein«) eingeschlossen vorkommen; ja, an zwei

---

[1] Nebstdem befanden sich im Nather'schen Bruche vor zwei Jahren von den Steinbrucharbeitern als »Luftschächte« bezeichnete Höhlungen. Es sind dies runde, brunnenförmige, senkrechte Schächte von 50 *cm* bis $1^1/_4$ *m* im Durchmesser, ausgefüllt mit zersetztem, bläulichgrauem Basaltschutt, Basaltgrus, festen Basaltrollsteinen, Zersetzungston mit Holzstücken, heruntergeschwemmter Ackerkrume und Geröllen des postbasaltischen Schotters. Ich bemerke nur noch, daß man auf solche »Luftschächte« nur in den ersten Jahren des Betriebes zu stoßen pflegte, während sie jetzt beim Abbau des Basaltes nicht mehr angefahren werden. Offenbar befanden sich also diese Schächte nur am eigentlichen Gehänge des Schwarzbachtales.

Für diese Luftschächte fand ich bis heute keine passende Erklärung. Vielleicht sind es wirklich alte Schächte, die von einem ehemaligen Versuchsbergbau herrühren. Daß in früheren Jahrhunderten bei Messendorf wirklich Bergbau betrieben worden ist, erzählen uns bis heute alte Leute in dieser Gegend. Die betreffenden »Bergleute« sollen in dem sogenannten »Messinghäusel« in Messendorf gewohnt haben. Auch südlich von dem Stromende des Venusberges bestanden noch am Anfange des XIX. Jahrhunderts Schächte in der Kulmgrauwacke und von diesen Schächten führten Stollen weit bis in den Basalt des Venusbergstromes hinauf.

Stellen habe ich sogar an der Basis des Stromes ein aus Quarzgeröllen des präbasaltischen Schotters, Grauwackenbrocken[1] (inkorporierter präbasaltischer Kulmschutt), eckigen Basaltbrocken und basaltischem Zement bestehendes Konglomerat beobachtet, ebenfalls ein Beweis dafür, wie dünnflüssig die Lava des Venusbergstromes gewesen ist.

Die erwähnten vier übereinanderfolgenden Ströme im Nather'schen Bruche sind von einem postbasaltischen, offenbar Terrassenschotter des Schwarzbaches überlagert (siehe Taf. IV). Dieser Schotter ist namentlich im nördlichen Teile des Nather'schen Bruches deutlich aufgeschlossen, man kann ihn aber auch auf den Feldern an der Oberfläche des Stromes gegen den Venusberg hin, allerdings nur einige wenige Meter hinauf verfolgen. Während der präbasaltische Schotter, wie wir weiter unten sehen werden, nicht nur hier am Venusbergstrome, sondern auch bei den übrigen Basaltströmen des Gebietes ausschließlich aus Quarzgeröllen besteht, ist der postbasaltische Schotter nebstdem auch aus Geröllen von verschiedenen Gesteinen des Altvatergebirges zusammengesetzt, unter denen namentlich die aus diesem Gebirge bekannten Gneisarten vorherrschen.

Über das Alter dieses postbasaltischen Schotters entschied ein Fund von zahlreichen Säugetierknochen, die beim Anlegen des bereits oben erwähnten Einschnittes im oberen Teile des Nather'schen Bruches angefahren worden sind. An jener Stelle befand sich eine Vertiefung, die bis zu dem oberen bohnigen Basalte ($2^1/_2$ *m* unter der Oberfläche der Böschung) reichte und mit diesem postbasaltischen Schotter ausgefüllt war. Die Knochen lagen hier dicht an den Säulen dieses Basaltes.

Herr Direktor K. J. Maška, dem ich diese Knochen zur gefälligen Bestimmung gesandt habe, schreibt mir, daß es rezente Reste seien, die einem jungen Exemplare von *Bos taurus* angehören. Spuren von einem Kontakte mit Basalttuff

[1] Nicht nur im Nather'schen Bruche, sondern auch an den übrigen Basaltströmen im Niederen Gesenke habe ich im Basalte, in dem ich eingebackenes Quarzgerölle gefunden habe, fast immer zugleich auch eingeschlossene Kulmbrocken gesehen.

sieht man an diesen Knochen nicht. Sie sind nach Maška bereits ziemlich ausgelaugt, die Luft hatte dort offenbar genug Zutritt.

Die erwähnten »Gänge« an der Basis des Venusbergstromes senken sich anfangs nach Aussage des Herrn Nather (abgesehen von den bereits oben angeführten untergeordneten Unebenheiten) ziemlich steil in den Berg hinein, weiter nach Südwest steigt aber beständig diese alte Talsohle (siehe Fig. 2, p. 1802). Dieses anfängliche steile Einfallen der Oberfläche der alten Kulmunterlage sieht man sehr deutlich in dem Bruche der Gemeinde Messendorf, wo das Gefälle auf 1 *m* Entfernung 50 *cm* beträgt.

Offenbar hat sich hier das Ende des Venusbergstromes gestaut, weshalb ich glaube, daß der Basaltstrom gegen den Venusberg hin an Mächtigkeit abnehmen wird. Das Aufsteigen der präbasaltischen Talsohle am nordöstlichen Ende des Venusbergstromes liefert mir einen weiteren Beweis dafür, daß das heutige Schwarzbachtal zur Zeit der Basalteruption an jener Stelle noch nicht bestand, sondern erst in der postbasaltischen Periode in den Kulmschichten ausgewaschen wurde.

Beim Maschinenhaus im Nather'schen Bruche steht der Kulm bis in die Höhe von 7 *m* über dem Straßenniveau an. Die Kulmunterlage im Gemeindebruch liegt aber bereits um 6 bis 8 *m* höher als jene im Nather'schen Bruche und südlich vom Gemeindebruch besteht bereits das ganze rechte, ziemlich hohe Gehänge des Schwarzbachtales aus Kulmgesteinen und der Basaltstrom liegt erst oben am Plateau.

Im nördlichen Teile des Nather'schen Bruches steigt wiederum ziemlich steil die Kulmunterlage auf, bis schließlich zwischen dem Nather'schen Bruche und dem Dorfe Messendorf der Basalt 10 *m* hoch über die Sohle des Messendorfer Tales hinaufreicht. Dort im südöstlichen Talgehänge an der Stelle, wo einige Fichten stehen, ist nämlich ein Versuchsloch gegraben worden, in dem man oben Basalt und erst 10 *m* über der Talsohle die Grauwacke des Kulm angefahren hat.

Daraus ergibt sich als Querschnitt des Venusbergstromes an seinem nördlichen Ende eine breite, ziemlich flache und

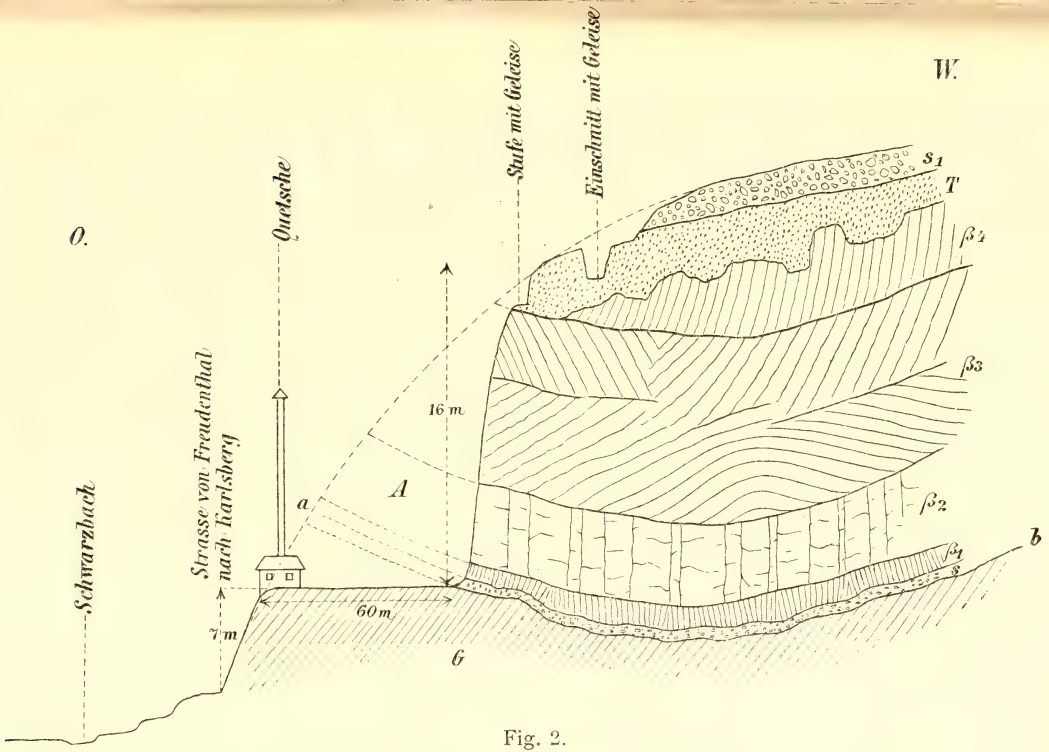


Fig. 2.

Längenprofil durch das Ende des Basaltstromes des Venusberges.

A = Nather's Bruch.
G = Grauwacke und Schiefer des Kulm.
s = Präbasaltischer Schotter und Ton.
β_1 = I. Erguß: »Wurzelstein«.
β_2 = II. Erguß: Bohniger Basalt.
β_3 = III. Erguß: »Eisenstein«.
β_4 = IV. Erguß: Bohniger Basalt.
T = Tuffdecke.
s_1 = Postbasaltischer Terrassenschotter des Schwarzbaches.
$a \ldots . b$ = Altes Flußbett.

(Die Sohle des Nather'schen Bruches — 60 m in der Wirklichkeit — ist stark verkürzt gezeichnet.)

seichte Talfurche, ausgefüllt mit Anschwemmungen, Lehm, Ton und Schotter, eines präbasaltischen Flußlaufes (siehe Fig. 1 auf p. 1795).

Es unterliegt also keinem Zweifel mehr, daß der Strom, respektive die vier Ströme des Venusberges in einem alten Flußbett geflossen sind, welches höher lag und seichter war als die benachbarten postbasaltischen Täler des Schwarzbaches und des Messendorfer Baches. Diese alte Talfurche verlief ziemlich parallel mit dem heutigen Tälchen des Messendorfer Baches.

Dieses Tälchen kann zur Zeit der Eruptionen des Venusberges noch nicht existiert haben, denn der Venusbergstrom floß anfangs direkt gegen dieses heutige Tälchen hin, wendete sich dann aber plötzlich nach Nordost, wahrscheinlich nachdem er die erwähnte alte, nach Nordost verlaufende Tiefenlinie erreicht hat. Wenn also das heutige Messendorfer Tälchen damals bereits existiert hätte, hätte der Lavastrom, knapp an dem Rand seines Gehänges angelangt, gewiß nicht die erwähnte Wendung nach Nordost gemacht, sondern er wäre in diese Terrainfurche hineingeflossen.

Angeregt durch diese interessanten Funde am Stromende des Venusberges, habe ich in den letzten zwei Jahren nochmals die Basaltergüsse des sudetischen Gesenkes untersucht und bin dabei zu folgenden Resultaten gelangt:

1. Köhlerberg. Dieser Vulkan entsendet einen 2 *km* langen Basaltstrom nach Ost mit einem kurzen, breiten Ausläufer nach Nord und einem ebensolchen nach West.

Am westlichen Abhange des Köhlerberges unterhalb der verlassenen Brüche, durch die der nach West führende Ausläufer aufgeschlossen worden ist, fand ich im dichten, olivinreichen Basalte ein Quarzgerölle eingeschlossen.

Der nach Ost geflossene, beträchtliche Strom des Köhlerberges scheint in seiner ganzen unteren Ausdehnung (vom Fuße des Vulkans angefangen) präbasaltischen Schotter zur Unterlage zu haben. Zahlreiche bis faustgroße Quarzgerölle sieht man nicht nur an der nördlichen Flanke des Stromes (südsüdwestlich von der Straßenvergabelung am südlichen Ende von Freudenthal, ferner östlich von der Straße, nord-

westlich vom Eisenbahneinschnitt), sondern auch am südlichen Rande dieses Stromes (nordöstlich von Schlesisch-Kotzendorf, südlich 381 und von da an bis zur Kote 559). Nordwestlich von Schlesisch-Kotzendorf (südlich 381) fand ich in den Basaltblöcken einige kleine, weiße Quarzgerölle eingeschlossen.

Nahe vor seinem östlichen Ende ist dieser Köhlerbergstrom durch die Eisenbahn eingeschnitten. In diesem Einschnitte sieht man nördlich von dem heutigen Stromende über den Kulmschichten die präbasaltische Quarzschotterdecke aufgeschlossen. Gelbe, weiße und rötliche Quarzgerölle, häufig von bedeutender Größe, erscheinen hier in einem ziemlich reinen, gelben Quarzsand eingebettet.

Am Kontakt zwischen Kulm und Basalt selbst sieht man keinen Schotter, sondern erst einige Meter nördlich davon. Die Kontaktzone des Kulms mit dem Basalte ist nämlich mit Basaltschutt vollständig verschüttet (siehe Fig. 3). Ich halte den Kulmausbiß im Eisenbahneinschnitte, der einige Meter nördlich von den stark verwitterten Basaltsäulen ansteht, nur für eine hügelförmige Unebenheit der alten Talsohle, ähnlich wie in den »Gängen« im Nather'schen Bruche, und würde die eigentliche Kulmböschung der präbasaltischen Talfurche erst in den Kulmschichten weiter nördlich unter dem anstehenden Sand- und Schotterbette vermuten.

Daß die Basaltdecke sich ehemals auch über diese Sande und Schotter ausgebreitet haben dürfte (siehe Fig. 3), zu diesem Schlusse dürfte jeder Beobachter gelangen, der an Ort und Stelle die Höhe des Basaltstromes westlich vom Einschnitte in Betracht zieht.[1]

Spuren des alten Schotterbettes sind dann zwischen dem weiter nördlich gelegenen Kulmeinschnitte der Eisenbahn und der von Freudenthal nach Kriegsdorf führenden Straße bemerkbar. Am Gipfel des westlichen Gehänges dieses Kulmeinschnittes ist eine aus Basaltblöcken und bis kopfgroßen Quarzgeröllen bestehende Mauer aufgebaut. Sowohl die Basaltblöcke als auch die Quarzgerölle sind auf den benachbarten Feldern ausgeackert worden. Westlich von der

[1] Vergleiche Verhandl. d. k. k. Geolog. R. A. 1886, p. 336 bis 337.

Marburg'schen Fabrik sieht man ebenfalls deutlich diesen präbasaltischen Schotter durchschimmern.

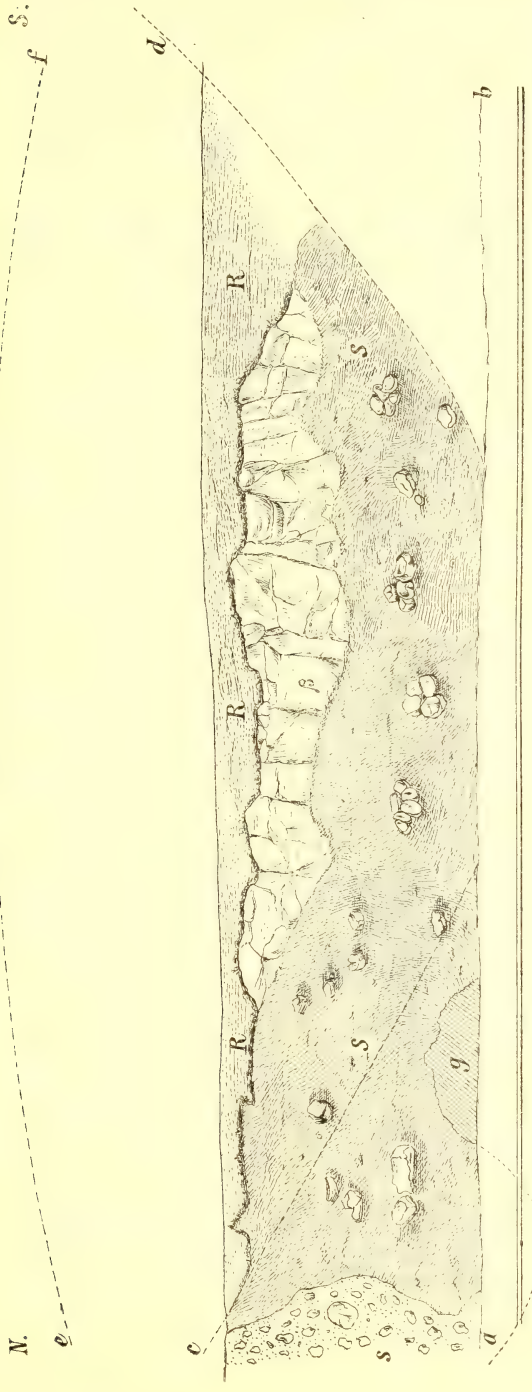


Fig. 3.

Östliches Gehänge des Eisenbahneinschnittes bei Freudenthal.

$a \ldots b$ = Eisenbahnniveau.
$c \ldots d$ = Vermutliche ehemalige Basis des Basaltstromes.
$e \ldots f$ = Vermutliche ehemalige Oberfläche des Basaltstromes.
R = Rasen.
S = Rasen und Basaltschutt.
β = Verwitterte Basaltsäulen.
G = Kulmhügel an der präbasaltischen Talsohle.
s = Präbasaltischer gelber Quarzsand und Schotter.

(Das Profil ist stark verkürzt gezeichnet.)

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß sich dieser präbasaltische Quarzschotter am östlichen Ende des Stromes immer zirka 20 *m* über dem heutigen Talboden des Schwarzbaches befindet, also ähnlich wie am nordöstlichen Ende des Venusbergstromes. Vereinzelte Schotter sind auch tiefer am Gehänge zu beobachten, allein es unterliegt keinem Zweifel, daß es herabgerollte, ursprünglich höher gelegene Schotter seien.

Den längs des Fahrweges östlich vom Basalteinschnitte (nördlich »n« des Wortes »bahn« auf der Spezialkarte 1:25.000) anstehenden Schotter und Sand halte ich für einen postbasaltischen Terrassenschotter des Schwarzbaches.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß der Basaltstrom des Köhlerberges hier ein altes, ganz flaches, seichtes, mit Schotter und Sand ausgefülltes Flußbett vorfand und ausfüllte.[1] Diese präbasaltischen Schotter haben also ihre Erhaltung nur dem Schutze der Basaltdecke zu verdanken. Weil dieser Strom knapp am Rande des heutigen Gehänges des Schwarzbachtales endet und in dieses Tal nicht herunterfloß, kann der heutige, um zirka 20 *m* tiefer gelegene Lauf des Schwarzbaches zur Zeit jener Basalteruption noch nicht existiert haben, sondern das heutige Schwarzbachtal wurde erst in der postbasaltischen Periode östlich von dem alten Schotterbette, neben dem Basaltstromende ausgewaschen.

Wenden wir uns nun zu den Basaltströmen der beiden Raudenberge.

2. Kreibischstrom. Wenn man sich von Heidenpiltsch dem Kreibischwalde nähert, sieht man im Relief der Gegend ganz deutlich, daß der Kreibischstrom eine alte Tiefenlinie ausfüllt; die Kulmhügel und Rücken ringsherum sind alle höher als der Rücken des Kreibischwaldes.

Es muß dies wiederum eine flache, seichte Wanne gewesen sein, in der der Basaltstrom seinen Weg gewählt hat, denn zu beiden Seiten des Stromes steht der Kulmschiefer bis zur Höhe von 15 bis 30 *m* an.

---

[1] Bereits Tietze äußert die Vermutung, daß an der Stelle, die dieser Strom heute einnimmt, eine »kleine orographische Mulde« vorhanden gewesen sei (l. c. p. 78).

Gleich einige Schritte nach Südostost von den Basaltbrüchen, die auch hier deutlich zwei Ergüsse aufweisen, steht der Kulmschiefer im südwestlichen Gehänge des Kreibischwaldes etwa bis zur Höhe von 15 *m* an; er streicht hier *h* 11 und verflächt sich unter 40° nach Ost. Weiter nach Südostost kann man im selben Gehänge des Kreibischwaldes den Kulmschiefer überall bis zum südöstlichen Ende des Stromes verfolgen, wo zirka 30 *m* über der heutigen Talsohle im Gehänge des Kreibischwaldes ein ausgezeichnet transversal geschieferter Kulmschiefer (Dachschiefer) ansteht (Streichen *h* 1, Einfallen nach West 20 bis 35°).

Während am südwestlichen und nordöstlichen Gehänge des Kreibischwaldes der Kontakt zwischen Kulm und Basalt durch den Waldboden unzugänglich und unsichtbar ist, sieht man am südöstlichen Ende des Stromes bei Schlesisch-Hartau überall über dem Kulm präbasaltischen Schotter und Lehm anstehen. Dieses alte Schotterbett erreicht hier die Mächtigkeit von bis über 2 *m*.

Der 5 *km* lange Basaltstrom des Kreibischwaldes hat also zur Zeit der Eruption des Großen Raudenberges ebenfalls ein mit Schotter und Lehm ausgefülltes Flußbett vorgefunden und verbaut.[1]

Dieses Flußbett muß ganz seicht gewesen sein, denn der Basalt des Kreibischwaldes bildet nur eine schwache Kappe auf dem Kulm. Die alte Talsohle, auf der der Strom sich bewegt hat, liegt um 15 bis 30 *m* höher als die heutige Talsohle des Kreibischwaldes und noch höher als jene des Mohraflusses.

Die Lagerungsverhältnisse bei Schlesisch-Hartau sprechen dafür, daß am südöstlichen Ende des Kreibischstromes, ähnlich wie am nordöstlichen Ende des Messendorfer Stromes und höchstwahrscheinlich auch am östlichen Ende des langen Köhlerbergstromes, die Unterlage des Basaltstromes ansteigt und daß demzufolge auch hier eine Stauung des

---

[1] Bereits Tietze hat die Vermutung ausgesprochen, daß »der Strom des Kreibischwaldes vielleicht das ursprüngliche Bett der Mohra an jener Stelle andeutet« (l. c. p. 77).

Stromendes stattgefunden hat, die der heutige Kreibischbach umfließt.

Westlich von der Spinnerei bei Spachendorf sowie vis-à-vis (südwestlich) von dem Tälchen, in dem die Ortschaft Spachendorf liegt, sieht man ebenfalls deutlich Quarzschotter, allein diese beiden Schotter sind entweder ähnlich wie jene östlich vom Ende des Köhlerbergstromes auf sekundärer Lagerstätte befindliche präbasaltische Schotter, oder es sind postbasaltische Terrassenschotter der Mohra.

Den vom Großen Raudenberge nach Süd ausgehenden, 3 *km* langen Basaltstrom des Schwarzwaldes und den kurzen nördlichen Strom bei Niederhütten vermochte ich wegen Zeitmangels in dieser Hinsicht nicht mehr zu untersuchen.

Wenden wir uns nun zu den Basaltströmen des Kleinen Raudenberges.

3. Der Strom von Christdorf. Das Basaltvorkommen von Christdorf muß als von der Abtragung verschont gebliebener Überrest eines über 4 *km* langen südlichen Basaltstromes des Kleinen Raudenberges angesehen werden.

Die nördliche Hälfte dieses Stromes ist vom südlichen Abhange des Kleinen Raudenberges über den sogenannten »Jungen Raudenberg« bis zum nördlichen Ende des Dorfes Christdorf (zur südöstlichen Ecke des Glaswaldes) noch erhalten geblieben. Am östlichen Rande des Stöckenwaldes an der von Christdorf nach Raudenberg führenden Straße ist der Basalt dieses Stromes in einem Bruche aufgeschlossen.

Weiter nach Süden hin, wo auf der Römer'schen Karte zwei Vorkommen von Diabasmandelstein *(Db)* »mit Einlagerungen von Magnet- und Roteisensteinnestern« ($de\frac{1}{2}$) eingezeichnet sind und wo seinerzeit in der Tat Brauneisenstein gewonnen worden ist, folgt eine kurze Unterbrechung des Basaltstromes.

Nach dieser Unterbrechung setzt der Basalt wieder ein und zieht sich dann ununterbrochen in nordsüdlicher Richtung längs der Ostgrenze des Dorfes Christdorf als ein deutlicher, 2 *km* langer Rücken bis zum südlichen Ende dieses Dorfes hin.

Auf diesem Rücken ist der Basalt des Stromes in mehreren Brüchen aufgeschlossen.

In den Basaltbrüchen oberhalb des katholischen Friedhofes von Christdorf sieht man wiederum deutlich einen älteren, aus dem »Eisenstein«, und einen jüngeren, aus grobbohnigem, plattenförmig abgesondertem Basalt bestehenden Strom.

Auch hier fand ich in dem unteren, kompakten Basalte ein Quarzgerölle eingeschlossen. Am Felde hinter dem katholischen Friedhofe habe ich mehrere Quarzgerölle gesehen. Der hiesige Strom hat also offenbar ebenfalls ein altes Flußbett ausgefüllt.

In der Tat, wenn man sich vom fürstlich Liechtenstein'schen Jagdschlößchen bei Neu-Waltersdorf dem Strome von Christdorf nähert, sieht man deutlich, daß dieser Strom eine alte Tiefenlinie einnimmt, denn auch hier sind die benachbarten Kulmrücken höher als der oben erwähnte Basaltrücken.

4. Das Stromende von Ochsenstall. Das Basaltvorkommen nordöstlich von der Häusergruppe Ochsenstall ist lediglich auf eine 629 *m* hohe Kuppe beschränkt, die sich aber orographisch in der dortigen Gegend deutlich bemerkbar macht. Dieser kuppenförmige Hügel stellt zweifellos das in einer Mächtigkeit von über 30 *m* aufgestaute Ende eines seinerzeit vom Kleinen Raudenberge nach Nordwest ausgehenden, 2 *km* langen Basaltstromes dar.

Auch hier kann man deutlich einen älteren, aus kompaktem, und einen jüngeren, aus bohnig zerklüftetem Basalte bestehenden Erguß wahrnehmen. Am westlichen Abhange des südlichen Ausläufers des genannten Hügels 629 befindet sich ein Steinbruch, in dem man breite Säulen des grobbohnigen Basaltes sieht.

Am südlichen Waldrande am selben Hügel sowie auf den südlichen benachbarten Feldern habe ich über dem festen Basalte zahlreiche rote bis dunkle Lavafetzen und Fladen, Stücke rötlicher blasiger Lava, ja sogar auch drei symmetrische Lavabomben gesehen. Diese losen Auswürflinge sind offenbar vom Raudenbergvulkane durch eine Windströmung bis hierher getragen worden, ähnlich wie die Auswürflinge des Venusbergvulkanes auf dessen Strom und die des Rotenbergvulkanes eben-

falls auf dessen Strom bis auf die »Blaue Pfütze«. Sie bildeten dann über dem Ochsenstallstrome eine Decke, unter der das Magma zum festen Basalte allmählich erkaltete.

Am nördlichen Fuße des Hügels 629 fand ich einige größere weiße Quarzgerölle, die aber vom Zerfall der hiesigen, überaus grobkörnigen Konglomerate des Kulms herzurühren scheinen.[1] Auf dem Denudationsreste des Basaltstromes selbst habe ich weder im Basalte eingeschlossen, noch als das Liegende desselben Quarzgerölle beobachtet.

Ein Zeichen der offenbar sehr intensiven abtragenden Tätigkeit in der postbasaltischen Periode dürfte wohl der Schotter vorstellen, den man in den Wäldern zwischen der Häusergruppe Ochsenstall und dem sogenannten Roten Kreuz findet. Überall längs des diese zwei Punkte verbindenden Fahrweges sieht man außer mächtigen abgerollten oder auch eckigen Quarzblöcken[2] in großer Menge kleine bis faustgroße Quarzgerölle, ja stellenweise gegen das genannte Rote Kreuz hin steht in Gräben und Wegeinschnitten feiner Quarzschotter an.

Es scheint mir, als wäre dieser Quarzschotter auf sekundärer Lagerstätte befindlicher präbasaltischer Schotter, der nach Abtragung des Ochsenstallstromes, dessen Unterlage er ursprünglich gebildet haben dürfte, heruntergeschwemmt wurde. Daß dieser Quarzschotter durch Zerfall eines grobkörnigen Quarzkonglomerates des Kulm entstanden wäre, scheint mir gerade an dieser Stelle mit Rücksicht auf den Charakter und die Lagerungsverhältnisse des Schotters ausgeschlossen zu sein, trotzdem, wie gesagt, solches grobkörniges Kulmkonglomerat unweit davon ansteht.

5. Der vulkanische Schlammstrom von Raase und Karlsberg. Westlich vom südlichen Ende des Dorfes Raase und am

---

[1] Ferd. Römer zeichnet in der Tat auf seiner Karte in der unmittelbaren Nähe des Basaltvorkommens von Ochsenstall einen langen, nordsüdlich streichenden Zug von Quarzkonglomerat ($de\frac{1}{3}$).

[2] Solche riesige Quarzblöcke sowohl hier als auch andernorts in der besprochenen Gegend (z. B. beim Hirtengarten) dürften Fragmente von Gangquarz aus dem Kulm vorstellen. Sehr mächtige Quarzgänge im Kulm sieht man z. B. in den Brüchen bei der Eisenbahnstation Domstadtl u. a. O.

westlichen Abhange des Fiebigberges vis-à-vis von Karlsberg finden sich auf schlesischem Gebiete zwei isolierte Vorkommen von einem Gestein, welches allgemein als »Tuff« oder »Raaser Stein« bezeichnet wird. Das Gestein ist eine typische Basalttuffbreccie.

Diese Breccie besteht aus zumeist eckigen, mitunter ein wenig abgerundeten, gewöhnlich nußgroßen Fragmenten seltener eines schwarzen, dichten, frischen, häufiger löcherigen bis blasigen, zersetzten[1] Basaltes (beziehungsweise Lava), ferner scharfkantigen, kantengerundeten, seltener bis vollkommen abgerollten Stücken des Schiefers (häufig des Dachschiefers) und der Grauwacke (Kulm) und in den unteren Lagen der Vorkommen auch aus zahlreichen Quarzgeröllen. Das Zement dieser Raaser und Karlsberger Breccie bildet vulkanischer Schlamm, der aus vulkanischem Sand und Asche besteht.

»Gerölle kristallinischer Schiefergesteine«, welche Makowsky, l. c. p. 82, als Komponente dieser Breccie anführt, habe ich bisher trotz emsigen Suchens weder bei Raase noch bei Karlsberg beobachtet.

Die Breccie sowohl des Raaser als auch des $1^1/_2$ *km* weiter nordwestlich gelegenen Karlsberger Tufflagers ist sehr deutlich geschichtet (siehe Taf. VI).

Der »Raaser Stein« wird wegen seiner Leichtigkeit und zugleich verhältnismäßig bedeutender Festigkeit seit Jahrhunderten zur Anfertigung von Stufen, Tür- und Fenstergesimsen, Futtertrögen, Gerinnen, Straßenprellsteinen und dergleichen, ferner als Bau- und Beschotterungsmaterial sowie als eine Art »Dünger« für die auf Grauwacken liegenden Felder angewendet. Deshalb ist dieser Tuff sowohl bei Raase als auch bei Karlsberg in größeren Brüchen aufgeschlossen.

---

[1] Öfters sah ich in dem Raaser und Karlsberger Tuffe Fragmente von schwarzem, wie schwammigem oder schlackigem, so weichem Basalt, daß man ihn mittels Nagels herauskratzen konnte. Wie ich mich erst nach Veröffentlichung meiner obgenannten zwei vorjährigen Publikationen über dieses Thema überzeugt habe, kommt der dichte Basalt in den Tuffen von Raase und Karlsberg viel seltener vor als der löcherige bis blasige.

Über die Basalttuffbreccie von Raase und Karlsberg habe ich bereits in meinen oben angeführten zwei vorjährigen Publikationen ausführlich gesprochen, worauf ich hinweise.

Hier bemerke ich bloß, daß ich die Tufflager bei Raase und Karlsberg als Denudationsrelikte eines vulkanischen Schlammstromes des Großen Raudenberges hingestellt habe.

Das Vorkommen von gefritteten Stücken der Kulmgesteine in diesem Tuffe habe ich als vom Magma losgerissene und aus dem Schlote des Raudenbergvulkanes herausgeschleuderte Teile des Grundgebirges erklärt, die dann, zugleich mit dem Basaltbrocken (Lapilli) auf den Abhängen des Vulkanes liegend, vom Schlamm mitgerissen und in diesen eingeschlossen worden sind. Die zumeist scharfkantigen, nicht metamorphosierten Stücke der Kulmgesteine in dieser Basalttuffbreccie erklärte ich in meinen besagten zwei Arbeiten für präbasaltischen Felsschutt, den der Schlamm während seiner Fortbewegung sich inkorporierte.

Dieser vulkanische Schlamm bewegte sich als mächtiger Strom vom Großen Raudenbergvulkane nach Norden gegen das heutige Dorf Raase (das hiesige Tufflager liegt in 545 *m* Meereshöhe) und von da an in nordwestlicher Richtung weiter hinunter gegen Karlsberg hin (das Tufflager am Fiebigberge liegt in 530 *m* Meereshöhe). An beiden genannten Stellen hat sich dann der Schlamm entsprechend der Neigung der Unterlage in ziemlich schwach (5 bis 10°) geneigten, zum Teil dünnen, zum Teil aber auch bis 1 *m* mächtigen Bänken abgelagert. Die sehr deutliche Schichtung, wie sie sich bei den Tuffen von Raase und von Karlsberg zeigt, ist gerade für Sedimente solcher vulkanischer Schlammströme charakteristisch.

Bei den soeben zitierten Erörterungen über den Ursprung der Basalttuffbreccie von Raase und Karlsberg setzte ich freilich voraus, daß zur Zeit der Eruption des Großen Raudenberges weder das heutige Mohratal noch das heutige Tal des Raaser Baches existierte.

Wenn man von der Villa Flora in Karlsberg zu den Tuffbrüchen am Fiebigberge aufsteigt, so sieht man längs des dortigen Weges überall Quarzschotter. Offenbar ist es ein

heruntergeschwemmter präbasaltischer Schotter, der ursprünglich die Unterlage des Schlammstromes bildete und nach Abtragung der Tuffbreccie bloßgelegt wurde. Auf den Feldern am Abhange südlich von dem Tufflager sieht man ebenfalls größere und kleine Quarzgerölle zerstreut.

In den untersten, sehr grobkörnigen Schichten der hiesigen Basalttuffbreccie kommen kleine weiße Quarzgerölle in auffallend großer Menge vor, ja in der zu unterst anstehenden Bank des Tuffes habe ich an der westlichen Basis des Lagers ein, an der südlichen Basis des Lagers zwei faustgroße Quarzgerölle (neben zahlreichen kleineren) in situ vorgefunden. In einer der untersten Bänke im südlichen Teile des Bruches sah ich ein Quarzgerölle von 14 *cm* im Durchmesser im Tuff eingebettet.

Dagegen fand ich in den oberen feinkörnigen Schichten des Tufflagers kein einziges Quarzgerölle, obzwar diese Schichten gerade während meines letzten Besuches hier in einer Höhe von 3 bis 5 *m* sehr günstig aufgeschlossen waren und als »Dünger« frisch abgebaut wurden.

Ganz analoge Verhältnisse habe ich auch bei Raase konstatiert:

Steigt man von dem Raaser Freihof über die südliche Böschung des Hügels Kote 528 zu den Raaser Brüchen hinauf, so sieht man ebenfalls zu beiden Seiten des Weges auf den Feldern Quarzschotter ungemein häufig.

Unterhalb des Wäldchens (südöstlich 528), in dem der Raaser Tuff ansteht, stößt man auf diesem Wege auf die untersten grobkörnigeren Bänke des Raaser Tufflagers, die mit kleinen weißen Quarzgeröllen vollgespickt sind. Ebenfalls die im Hohlwege an der westlichen Ecke dieses Wäldchens anstehenden Tuffbänke sind voll von kleinen weißen Quarzgeröllen.

Im untersten Raaser Bruche sieht man sehr häufig in der Basalttuffbreccie eingewachsene kleine, aber auch bis 10 *cm* große weiße Quarzgerölle. Beim Eingang in den mittleren Bruch ist ein kleines Häuschen in den Schichten dieser Breccie ausgegraben. Oberhalb des Fensters des Häuschens sowie links und rechts von demselben sieht man in den grobkörnigen

Schichten der Tuffbreccie mehrere weiße Quarzgerölle eingeschlossen. Ein faustgroßes Quarzgerölle aus diesen Schichten habe ich als Beleg mitgenommen. An der Sohle der unteren zwei Brüche liegen sehr viele aus dem Tuff herausgefallene Quarzgerölle zerstreut herum.

Dagegen sah ich sowohl im mittleren als auch im obersten Raaser Bruche in den oberen feinkörnigen Bänken der Tuffbreccie kein einziges Quarzgerölle, obzwar in diesen zwei Brüchen die oberen Schichten zur Zeit meiner letzten zwei Besuche in 5 bis 6 *m* hohen Wänden frisch aufgeschlossen waren und eifrig abgebaut wurden.

Während die Quarzgemengteile des Karlsberger und Raaser Tuffes stets aus abgerundeten Geröllen bestehen, sind die Schiefer- und Grauwackenbrocken des Kulm in dieser Breccie sowohl bei Raase als auch bei Karlsberg, wie gesagt, vorwiegend kantig, ja sogar scharfkantig und nur ausnahmsweise vollkommen abgerundet (Gerölle).

Es unterliegt also keinen Zweifel, daß auch der Schlammstrom des Großen Raudenberges, dessen unter dem Schutze des Gehänges erhaltene, randliche Denudationsrelikte uns die Tufflager von Raase und von Karlsberg vorstellen, in einer alten, mit präbasaltischem Flußschotter und herabgerolltem Kulmschutt ausgekleideten, seichten und breiten Bodenrinne seinen Weg genommen habe.

6. Roter Berg. Wenn man von Altliebe auf den Rücken des Roten Berges hinaufsteigt, so sieht man auf den Feldern längs des von der Kote 618 nach Südostost, direkt gegen die »Goldene Linde« hin, über den nordwestlichen Abhang des Roten Berges führenden Weges sehr häufig Quarzgerölle.

Dieser Quarzschotter am nördlichen Abhange des Roten Berges ist gewiß herabgerollter präbasaltischer Terassenschotter, denn man kann ihn über die ganze Böschung bis zur Gipfelkuppe 726 hinauf verfolgen. Dieser Schotter besteht aus kleinen, aber auch bis kopfgroßen, weißen und gelblichen Quarzgeröllen.

Im Bruche I findet man öfters im Basalte kleinere und größere bis 20, selbst 30 *cm* große Quarzgerölle eingeschlossen. Beim Zerklopfen des Basaltes zu Straßenschotter werfen die

Arbeiter die Quarzeinschlüsse bei Seite und führen sie dann von Zeit zu Zeit aus dem Bruche hinaus. In der Tat sieht man in der Umgebung des Bruches I zahlreiche kleinere und auch 20 bis 30 *cm* große Quarzgerölle herumliegen, namentlich auf dem Plateau der Kuppe 726 längs des nach Nordwest zum Waldrande führenden Weges.

Außerdem kommen in den Lapillilagern über dem dortigen Basalte, wie bereits oben erwähnt wurde, überaus zahlreiche kleine, aber auch bis faustgroße Quarzgerölle eingeschlossen vor, geradeso wie in den Lapilli-anhäufungen des Kammerbühl- und des Eisenbühlvulkanes bei Eger. Es unterliegt also keinem Zweifel, daß die Unterlage des Rotenbergvulkanes ein präbasaltisches Schotterlager bildet, ähnlich wie der Kammerbühlvulkan einem känozoischen Sand- und Schotterlager aufsitzt.[1]

Der weiter oben beschriebene Schotter am nordwestlichen Abhange des Roten Berges dürfte also herabgerollte Teile dieses präbasaltischen Schotterlagers vom Rücken des Roten Berges vorstellen.

Im Bruche II habe ich weder im Basalt noch in der oberen Lavadecke Quarzgerölle gesehen.

Im Bruche III fand ich in dem Basalte des älteren Ergusses ein Quarzgerölle von 4 *cm* im Durchmesser eingebacken.

Im Bruche an der Kote 698 (»Blaue Pfütze«) fand ich in dem dichten Basalte des älteren Ergusses zwei haselnußgroße Quarzgerölle eingeschlossen. Die in diesem Bruche beschäftigten Arbeiter erzählten mir, daß sie wohl hie und da im Basalte eingeschlossene Quarzgerölle (auch bis faustgroße) vorfinden, aber stets nur in den unteren Lagen des Basaltstromes, also im älteren Ergusse, von dem nur wenig abgebaut wird.

Während der nordwestliche Anfang des Rotenbergstromes heutzutage auf den südlichen Abhang der Kuppe 726 beschränkt ist, nimmt sein südliches Ende bis zur Kote 698 den Kamm des von Nord nach Süd streichenden Rückens ein. Die Lagerungsverhältnisse im Bruche an der Kote 698 zeigen, daß der Basaltstrom hier eine flache Bodenrinne ausfüllt.

---

[1] Vergleiche auch Woldřich's Všeobecná geologie, p. 126.

Deshalb glaube ich, daß auch der nordwestliche Anfang dieses Stromes in einer alten seichten Furche geflossen ist, deren südlicher Flügel erst in der postbasaltischen Periode abgetragen wurde. Die Abhänge und auch die Tälchen östlich und westlich von der Kote 698 sowie die Einsattlung südwestlich 730 und südlich 726 wären also erst in der postbasaltischen Zeit entstanden.

Die Quarzgerölleinschlüsse im Basalte des Rotenbergstromes (Bruch III und »Blaue Pfütze«) dürften eher direkt aus dem die Unterlage des Rotenbergvulkanes bildenden Schotterlager stammen und vom Magma mitgerissen worden sein. Daß sie die erwähnte präbasaltische Talfurche ausgekleidet hätten und von dem darin fließenden Basaltstrome inkorporiert worden wären, scheint mir nicht wahrscheinlich zu sein.

Schlußfolgerungen.

Die soeben mitgeteilten Beobachtungen beweisen, daß in dem vulkanischen Gebiete des Niederen Gesenkes bereits vor den Basalteruptionen eine Periode der Talbildung eingetreten war und daß die Basaltströme der dortigen Vulkane mit Vorliebe diese präbasaltischen, mit Sand, Quarzschotter, Lehm (Ton) und Kulmschutt ausgefüllten, zumeist seichten, flachen Bodenrinnen für ihre Fortbewegung gewählt haben.

Nachdem die vulkanische Tätigkeit erloschen war, folgte in der genannten Gegend eine zweite Periode energischer Talbildung und Erosion. Die vom Altvatergebirge herfließenden Wasserläufe vertieften alte seichte, zum Teil schnitten sie aber auch ganz neue tiefe Täler in das Grauwacken- und Schieferterrain ein, umflossen die Basaltströme und setzten ihre polymikten Terrassenschotter ab.

Das Alter der präbasaltischen Schotterbette läßt sich vorläufig allerdings nicht mit Sicherheit bestimmen.

Herr Nather versicherte mir zwar, daß im Jahre 1904 in dem präbasaltischen Lehm mit Quarzgeröllen, der in seinem Bruche die Unterlage des Venusbergstromes bildet, ein Skelett mit Schädel (die Knochen waren gelb gefärbt) angeblich eines marderähnlichen kleinen Säugers gefunden worden ist. Man

hat aber diesen wichtigen Fund weiter nicht beachtet, die Knochen wurden weggeworfen und bald darauf mit Abraum verschüttet. Meine wiederholten Bemühungen, diese Knochen wieder an das Tageslicht zu bringen, sind erfolglos geblieben.

Nach Begehung des in Rede stehenden Gebietes bin ich zur festen Überzeugung gelangt, daß diese präbasaltischen Schotter diluvialen Alters seien. Sie scheinen mir namentlich mit jenem Schotter identisch zu sein, den Tietze, l. c. p. 64 bis 65, aus dem Gebiete des Kartenblattes Freudenthal beschreibt und den er wohl mit Recht für jünger als den glazialen Sand hält.

Auch unser präbasaltischer Schotter geht wie der von Tietze beschriebene in einen lehmhaltigen (eventuell tonigen) Schotter über, seine »Höhenlage« und seine »teilweise Unabhängigkeit von den (heutigen!) Talfurchen jener Gegend und damit im Zusammenhange das vorwiegende Auftreten von weißen Quarzgeröllen« (Tietze, l. c. p. 65) stimmt mit den Eigenschaften jenes Tietze'schen postglazialen Schotters überein. Ich bemerke nur noch, daß sich dieser präbasaltische Schotter fast überall als wasserführend erwiesen hat.

Somit würden die Basalteruptionen im sudetischen Gesenke in die quartäre Epoche fallen und demzufolge zu den jüngsten vulkanischen Eruptionen Mitteleuropas gehören.[1]

Für dieses verhältnismäßig geringe Alter jener Eruptionen sowie dafür, daß diese Berge erst seit einer verhältnismäßig kurzen Zeit der Denudation ausgesetzt sind, spricht gewiß auch der Umstand, daß selbst die höchsten Gipfel unserer Vulkanrudimente heute noch aus sehr mürben und lockeren Schichten feiner und leichter Lapilli, Aschen und Sande aufgebaut sind und die sehr feinkörnigen oberen Tuffschichten

---

[1] Dem Kammerbühlvulkane in Böhmen wird von einigen Autoren (z. B. Jokély, Woldřich) ebenfalls diluviales Alter zugesprochen. Die Eruptionstätigkeit des benachbarten Eisenbühlvulkanes wird sogar in die historische Zeit versetzt (Gümbel, Proft).

bei Raase und Karlsberg sowie am nördlichen Ende des Venusbergstromes bis heute sich erhalten haben.[1]

Die aus mürbem und leichtem Auswurfsmateriale bestehenden Aufschüttungskegel dieser Vulkane fielen selbstverständlich der Denudation zu allererst zum Opfer. Würden diese Lapillikegel aus der tertiären Zeit herrühren, wie man bisher allgemein angenommen hat, so wären die losen Auswürflinge auf den Gipfeln der Berge vor der energischen abtragenden Tätigkeit während der seit der Tertiärzeit verstrichenen langen Periode kaum so verschont geblieben, wie sie es verhältnismäßig heute noch sind, sondern sie wären vielmehr fast vollkommen verschwunden.

Dennoch wird man wohl annehmen müssen, daß seit der vulkanischen Tätigkeit die Hälfte, oder noch viel mehr (Kleiner Raudenberg, Rotenberg) der Lapillikegel dieser Vulkanberge abgetragen wurde.[2]

Daß diese Berge seinerzeit viel höher gewesen sein mußten, als sie es heutzutage sind, beweisen vor allem die mitunter auffallend großen Schuttkegel einiger dieser Vulkane.

Ferner muß man bei Abschätzung der ehemaligen Höhe dieser Vulkanberge auch die Menge und Größe der ausgeworfenen Massen in Betracht ziehen.

Wie oben erwähnt wurde, sind auch heute noch die Anhäufungen der lockeren Auswurfsmassen an einigen dieser Vulkanberge 30 bis über 50 *m* mächtig[3] (und das bereits nach einer energischen Denudation) und die Tuffrelikte von

---

[1] Erwähnenswert ist auch das frische Aussehen der Lavaauswürflinge und Schlacken unserer Vulkanberge wie der der tätigen Vulkane, ein Umstand, auf den auch bei den losen Auswurfsmassen der Vulkane der Eifel, der Auvergne sowie des Kammerbühls und Eisenbühls bereits von mehreren Autoren hingewiesen worden ist.

[2] Dr. A. Meissner in Freudenthal, der mich auf einigen Exkursionen im vorigen Jahre begleitet hat und dem ich für seine freundliche Unterstützung den verbindlichsten Dank zolle, schätzt z. B. die Abtragung des Köhlerberges auf 80 bis 100 *m* (Freudenthaler Zeitung v. 10. August 1907).

[3] Die Lapillianhäufungen am östlichen Fuße des Kammerbühls sind in einer Mächtigkeit von bis 15 *m* aufgeschlossen und die Tuffe des Eisenbühls sind gegen 10 *m* mächtig.

Raase und Karlsberg besitzen auch heute noch eine Mächtigkeit von mindestens 20 *m*.[1]

In den Lapilligruben am Köhlerberge (in der Mihatschgrube), am Venusberge (in der Thiel'schen Grube) und auf den beiden Raudenbergen (nicht nur in den dortigen Gruben, sondern auch in den Anhäufungen, »Steinrücken« der ausgeackerten Lavaauswürflinge an den Feldrändern) kann der Besucher zu jeder Zeit Lavaauswürflinge, Stücke von Seillava (»Tauenden«), Blöcke von Fladenlava u. s. w. von 1 *m* häufig, selten auch bis 3 *m* im Durchmesser beobachten.[2]

Aber auch die symmetrischen Lavabomben auf den genannten vier Vulkanen erreichen mitunter enorme Dimensionen (bis über 1 *m*) und gerade dieser Umstand ist, wenn wir uns die Bildungsweise der symmetrischen Lavabomben in Erinnerung bringen, für die Beurteilung der ursprünglichen Höhe dieser Vulkane besonders maßgebend. Symmetrische Lavabomben von solcher Größe habe ich auf keinem der erloschenen Vulkane in der Eifel beobachtet.

Wenn man sich vor Augen hält, daß während der letzten Vesuveruption, die von einigen Autoren zu den größten Eruptionen dieses Vulkanes gerechnet und mit jener vom Jahre 79 verglichen wird,[3] die größten herausgeschleuderten Lavaauswürflinge nur ausnahmsweise und die symmetrischen Lavabomben gar nicht die Dimensionen jener unserer vier Vulkanberge erreicht haben, muß man zur Überzeugung ge-

---

[1] Am Kammerbühlvulkane ist jede Schicht der Anhäufungen loser Auswurfsmassen als das Produkt eines einzelnen Eruptionsaktes erklärt worden (siehe Proft, l. c. p. 54). Wenn man nebstdem bedenkt, daß selbst bei dem letzten großen Vesuvausbruche lose Auswurfsmassen bloß in der Höhe von einigen (5 bis 30 *cm*) gefallen sind, wie heftig müssen dagegen die Eruptionen unserer Vulkane gewesen sein und wie oft müssen sie sich wiederholt haben!

[2] Auf dem nach Proft gegen Ende der Miozänzeit tätig gewesenen, stark denudierten Kammerbühlvulkane bei Eger erreichen Lavaauswürflinge (Schlackenfladen) die maximale Größe von bis 1 *m* im Durchmesser.

[3] Michael sagt z. B. von diesem Ausbruche: »Er ist einer der größten in der Geschichte des Vulkanes gewesen und kann in seinen Folgewirkungen am ehesten mit dem Ausbruch im Jahre 79 verglichen werden« (Sonderabdruck aus dem Mai-Protokoll d. D. G. Ges., Jahrg. 1900, p. 22)

langen, daß die Ausbrüche des Köhlerberges, des Venusberges und der beiden Raudenberge mächtiger und heftiger waren als die uns bekannten Vesuveruptionen.

Für die große Heftigkeit dieser Ausbrüche spricht auch die blasige, ja mitunter sogar sehr grobblasige innere Struktur der Lavaauswürflinge dieser Vulkane sowie die in diesen Lavaauswürflingen so oft eingeschlossenen, mitunter großen (bis $^3/_4$ *m* im Durchmesser), vom Magma losgerissenen Fetzen des Grundgebirges.

Selbstverständlich setzen derartig mächtige Ausbrüche voraus, daß unsere erst vor kurzem erloschenen Vulkane ursprünglich viel höhere Ausschüttungskegel lockerer Auswürflinge hatten, als wir es infolge der abtragenden Tätigkeit seit ihrem Erlöschen heutzutage sehen.[1]

Der Köhlerberg, der Venusberg, die beiden Raudenberge und wohl auch die Goldene Linde sind also als Denudationsreste von ziemlich hohen Aufschüttungsvulkanen zu betrachten.

Selbstverständlich kann man auf Vulkanen, deren Aufschüttungskegel bis zur Hälfte und mitunter sogar noch darüber abgetragen wurde, »Spuren der ehemaligen Krater« nicht recht suchen.[2] Wo der Krater aus lockerem Auswurfsmateriale aufgebaut war, ist er natürlich längst denudiert worden. Nur in jenen Fällen könnte man die Stelle des ehemaligen Kraters finden, wo derselbe zum Schlusse der Eruptivtätigkeit von Lava verstopft war und ein solcher Pfropf der Abtragung Widerstand geleistet hat.

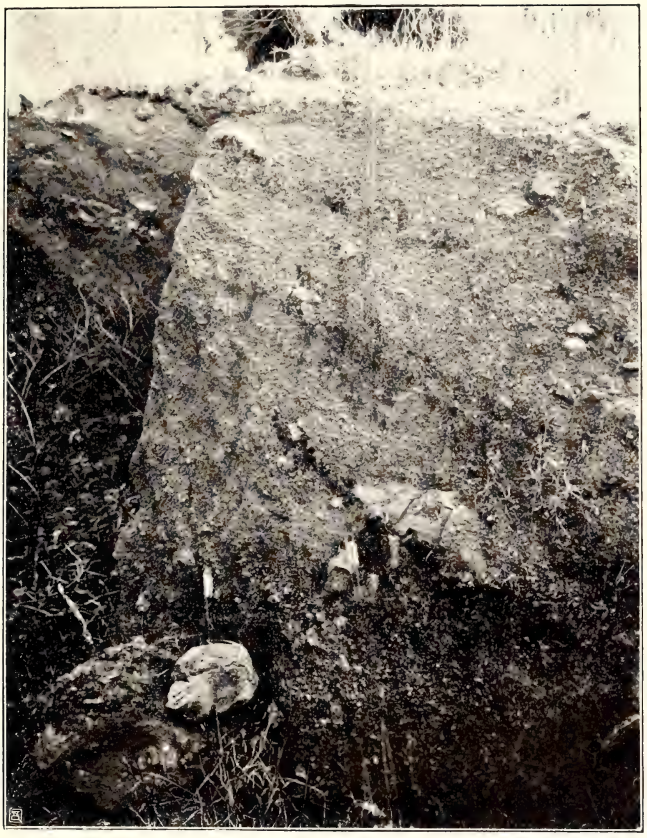
---

[1] Ferner entsendeten alle diese Vulkane Ströme von 2, ja sogar über 5 *km* Länge, die aus 2 bis 4 aufeinander folgenden Ergüssen bestehen, und zwar der Köhlerbergvulkan einen Lavastrom, der Venusbergvulkan ebenfalls einen solchen, der Große Raudenbergvulkan drei Lavaströme und einen Schlammstrom, der Kleine Raudenbergvulkan höchstwahrscheinlich drei Lavaströme und der Rotenbergvulkan einen solchen. Daß Vulkane, die so viele, so lange und mitunter mächtige Lavaergüsse entsendet haben, wohl höher gewesen sein mußten, als es ihre heutigen Rudimente sind, scheint mir auch aus diesem Grunde wahrscheinlich zu sein.

[2] Eher als Krater könnte man auf bereits so stark denudierten Vulkanrudimenten herausmodellierte Füllmassen der zentralen Schlote dieser Vulkane suchen.

Aus den bisherigen Erörterungen ist es ersichtlich, daß alle fünf erloschene Vulkane im sudetischen Gesenke Rudimente echter Aufschüttungsvulkane sind, die zum Vesuvtypus (zu den Stratovulkanen Seebach's) gehören, und daß ihre Ausbrüche in der Diluvialperiode, und zwar höchstwahrscheinlich in der postglazialen Zeit erfolgt sind.

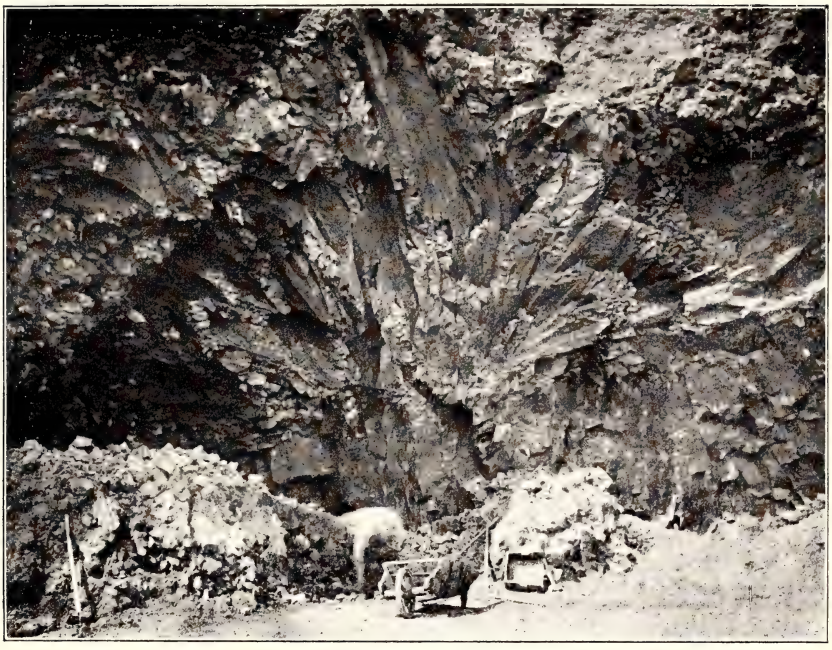
Anmerkung: Während die vorliegende Arbeit in der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vorgelegt worden ist, besuchte ich am 11. bis 15. Oktober nochmals einige von den weiter oben besprochenen Basaltvorkommen (den Roten Berg und den Nather'schen Basaltbruch) und vermochte durch das freundliche Entgegenkommen des Herrn Prof. Dr. V. Uhlig auch noch diese letzten Beobachtungen dem Manuskripte dieser Arbeit beizufügen.



Obere (Fischer'sche) Lapilli-Grube am südwestlichen Abhange des Großen Raudenberges. Die Lapilli-Schichten fallen unter 30 bis 35° bergabwärts (periklinal) ein. Sowohl in der vorderen Wand als auch in jener im Hintergrunde sieht man, daß die Lavabomben mit der Längsachse horizontal in den Lapilli-Schichten eingebettet sind. Die größeren Lavabomben messen $^1/_2$ bis $^3/_4$ *m* im Durchmesser.

Der südliche Teil des Nather'schen Bruches.

Unten der zweite, hier noch ziemlich mächtige Erguß, dessen bohniger Basalt in breiten, senkrecht stehenden Säulen abgesondert ist. Darüber, nach unten scharf abgegrenzt, der dritte Erguß mit verschieden geneigten, schlankeren Säulen (»Eisenstein«). Links über dem dritten Erguß direkt Tuff, rechts (nach Norden hin) noch der vierte Erguß über dem dritten und zu oberst Tuff.



Radiale Anordnung der Basaltsäulen (»Stern«) um einen vom Strome eingeschlossenen, jedoch zur Zeit der photographischen Aufnahme bereits abgebauten Klumpen von präbasaltischem Lehm und Schotter im nördlichen Teile des Nather'schen Bruches. Die senkrechten Säulen über dem Arbeiter bestehen aus dem »Wurzelstein«. Die obere Hälfte des »Sternes« bilden Säulen des »Eisensteines«. Knapp hinter dem Manne ist der Eingang in einen »Gang« unterhalb der »Wurzelsteine«.

Nördlicher Teil des Nather'schen Bruches.

Die senkrechten, dicken Säulen links unten werden vom bohnigen Basalte des II. Ergusses (β_2) gebildet, der sich nach rechts auskeilt. Darüber liegt der in verschieden geneigten, schlanken Säulen abgesonderte »Eisenstein« des III. Ergusses (β_3). Hierauf folgt der bohnige Basalt des IV. Ergusses (β_4) mit welliger bis zackiger Oberfläche. Zu oberst die undeutlich geschichtete Tuffdecke (τ), auf welcher rechts noch ein Rest des postbasaltischen Terrassenschotters des Schwarzbaches (s_1) liegt. Die beschattete Stelle im Bilde zeigt den linken, abgebauten Teil des »Sternes« der vorigen Tafel, dessen rechte Hälfte noch erhalten ist. Rechts unten deutet die dunkelste Stelle die äußere Öffnung eines »Ganges« an. Am rechten Bildrande findet sich durch einen Pfeil und im Bilde selbst durch einen Punkt (im selben Niveau) markiert, anstehender präbasaltischer Lehm und Schotter. Der Einschnitt oben rechts liegt in der Tuffdecke, quer über den oberen Teil des Bildes zieht sich eine Stufe mit Geleise gerade an der Grenze zwischen dem IV. Ergusse und der Tuffdecke.

Ein im Basalt eingeschlossener, zungenförmig gequetscher Klumpen von präbasaltischem Lehm und Schotter. Die Basaltsäulen stehen senkrecht zu ihm, respektive sind radial um den Klumpen angeordnet. Die Stelle liegt im nördlichen Teile des Nather'schen Bruches und ist heute bereits verschüttet.

Der obere Tuffbruch bei Raase.

Deutlich geschichtete, unten grobkörnige, oben feinkörnige Basalttuffbreccie.

Ergebnisse der mit Subvention aus der Erbschaft Treitl unternommenen zoologischen Forschungsreise Dr. Franz Werner's nach dem ägyptischen Sudan und Nord-Uganda.

XII. Die Reptilien und Amphibien

von

Dr. **Franz Werner.**

(Mit 4 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Dezember 1907.)

Einleitung.

Die Amphibien und Reptilien des Sudan sind bisher ebenso mangelhaft bekannt gewesen, wie viele andere Tiergruppen dieses Gebietes, jagdbare Säugetiere, Vögel, Schmetterlinge, Mollusken und seit kurzem auch Fische ausgenommen. Was wir von beiden Klassen aus dem Sudan kennen, beschränkt sich auf die Fauna des Nordsudan, speziell von Wadi Halfa und Suakin, die der verstorbene Dr. John Anderson, der Verfasser des Monumentalwerkes »Zoology of Egypt« (dessen zweiten Band er freilich nicht mehr fertigstellen konnte), in sehr vollständiger Weise exploriert hat, auf einige in einem Bericht von Peters genannte, von Barnim und Hartmann in Dongola und Sennaar vor mehr als 40 Jahren gesammelte Arten, sowie auf diejenigen Formen, welche von verschiedenen Forschungsreisenden, namentlich Marno, in ihren Werken erwähnt werden und mit Sicherheit identifiziert werden können oder (wie einige Arten Marno's) als neu beschrieben wurden. In neuester Zeit finden wir in Boulenger's Schlangenkatalog mehrere von Emin-Pascha seinerzeit aus der Äquatorial-

provinz gesandte Arten erwähnt und eine Reise von S. S. Flower und die Jägerskiöld'sche Expedition in das Gebiet des Weißen Nil haben einige Arten zum ersten Male aus diesem Gebiete bekannt gemacht.

Bei der Größe und der verschiedenartigen Vegetationsbeschaffenheit des Landes, welches sich vom Wendekreis bis zu 5° n. Br. ausdehnt, war von vornherein eine reiche Reptilien- und Batrachierfauna zu erwarten; und da ich nach Untersuchung des Materials im Museum zu Khartoum bald ersah, daß der Nordsudan bei weitem besser erforscht ist als der tropische südliche Teil und daß ich in Dongola und Suakin kaum mehr tun konnte, als die Ergebnisse Anderson's zu bestätigen, so wandte ich mich vollständig der Erforschung des »Negerlandes« zu, des Beled-es-Sudân, wie derjenige Teil des Landes, der zoogeographisch dem äthiopischen Faunengebiet angehört, unterschieden wird.

Meine Ergebnisse sind, namentlich in Bezug auf Schlangen und Batrachier, sicherlich nicht abschließend; die vollständige Schlangenfauna eines Tropengebietes kann bei dem vereinzelten Vorkommen der meisten Arten nur nach einer Sammeltätigkeit von Jahren zusammengebracht werden, die Batrachier sind sicherlich in der Regenzeit reichlicher vertreten. Aber immerhin läßt sich die überraschende Ähnlichkeit mit dem tropischen Westafrika nördlich vom Äquator (speziell Senegambien und Nigergebiet) und die weitgehende Verschiedenheit vom Somali- und Gallaland schon jetzt deutlich erkennen.

Eine Gattung und zwei Arten von Schlangen, zwei Arten von Eidechsen und sechs Arten von Fröschen sind hier zum ersten Male beschrieben. Neu für den Sudan sind außerdem *Mabuia maculilabris* Gray, *Boodon lineatus* DB., *Chlorophis irregularis* Leach, *Rana occipitalis* Gthr., *adspersa* Bibr. und *galamensis* DB., *Megalixalus leptosomus* Ptrs., *Phrynomantis microps* Ptrs., nebst mehreren, im Museum zu Khartoum vertretenen und bisher noch nicht publizierten, sowie mehreren von Flower und Butler in letzter Zeit gesammelten Arten.

Zum Behufe der systematischen Einordnung der neuen *Rana*-Arten mußte eine Revision sämtlicher afrikanischer Vertreter dieser Gattung vorgenommen werden, welche zu einer

synoptischen Zusammenstellung führte, welche eine vielleicht willkommene Beigabe dieser Arbeit für Forscher bilden wird, welche sich mit den Raniden Afrikas beschäftigen.

Diese Arbeit hat den relativen Grad von Vollständigkeit, in welchem sie hier der Öffentlichkeit übergeben wird, dem liebenswürdigen Entgegenkommen der nachstehenden Herren zu danken: Prof. Andrew Balfour in Khartoum, welcher mir das Material des unter seiner Obhut stehenden Museums während meines dortigen Aufenthaltes zur Untersuchung zur Verfügung stellte; Superintendent des Game Preservation Department A. L. Butler, der mir eine Anzahl interessanter Reptilien aus Kordofan zur Untersuchung überließ; Kapt. S. S. Flower, Direktor des zoologischen Gartens in Gizeh (Kairo), welcher mir Material von seinen Sudan-Reisen zukommen ließ und mir viele wichtige Mitteilungen über die von ihm und Mr. Butler gesammelten Arten machte; sowie in Berlin Prof. A. Brauer, Direktor, und Prof. G. Tornier, Kustos am zoologischen Museum, für die Übersendung von Vergleichsmaterial von Sudan-Reptilien aus der Hartmannschen Ausbeute. Ihnen allen sei an dieser Stelle der herzlichste Dank ausgesprochen.

Die Fundorte meiner eigenen Ausbeute sind auf der meiner Arbeit über die gesammelten Nilfische beigegebenen Kartenskizze fast ausnahmslos verzeichnet. Die übrigen sind meistens auf der offiziellen Karte des angloägyptischen Sudan (Khartoum 1904) aufzufinden.

Daß das Gebiet von Gondokoro in die Fauna des Sudan einbezogen wurde, hat darin seinen Grund, daß es hart an der Südgrenze dieses Landes liegt, in Bodenbeschaffenheit und Vegetation bis zu den Hügeln im Süden im wesentlichen mit dem südlichen Sudan übereinstimmt und somit kein Hindernis für die Verbreitung der Gondokoro-Arten nach Norden (Mongalla ist nur etwa 40 *km* nördlich gelegen) existiert. Das anscheinende Fehlen gewisser Arten (*Dispholidus*, *Xenopus* u. a.) bei Mongalla ist kaum auf andere Ursachen als die weniger eingehende Durchforschung der Umgebung und die wenig mannigfache Bodenbeschaffenheit und Vegetation derselben zurückzuführen.

Chelonia.

Über die *Testudo*-Arten habe ich den ausgezeichneten Ausführungen Siebenrock's (diese Sitzungsberichte Bd. CXV, 1, 1906, meiner Reiseergebnisse IV. Teil) kaum etwas hinzuzufügen. *Testudo calcarata* und *pardalis* sind in ihrer Verbreitung am Nil durch das Sumpfgebiet des Bahr-el-Gebel getrennt; erstere scheint von Kordofan bis zum Roten Meer verbreitet zu sein, jedoch nicht weit am Weißen Nil nach Süden vorzudringen; andrerseits fehlt die Pantherschildkröte nördlich von Bor vollständig.

Die Trionychiden sind im Sudan unter dem Namen »Abu Geda« bekannt, ein Name, der auch auf *Testudo* ausgedehnt wird. Ein Exemplar von *T. triunguis* aus dem Weißen Nil befindet sich im Gordon College Museum in Khartoum. Die Rückenpanzer von *Cyclanorbis* werden bei Mongalla als Getreideschüsseln benützt. Es ist wahrscheinlich, daß im Bahr-el-Gebel überhaupt keine *Trionyx*, sondern nur *Cyclanorbis* vorkommt.

Kapt. Flower teilte mir mit, daß er *Testudo calcarata* von Kordofan und der Provinz Dongola, *T. pardalis* außer von den von mir nachgewiesenen Fundorten auch noch von der Lado-Enklave kenne, *Sternothaerus adansoni* im Weißen Nil südlich von Abu Zeit, ferner im Bahr-el-Zeraf, Bahr-el-Gebel und Bahr-el-Ghazal, *Trionyx triunguis* im Blauen Nil von Khartoum bis Roseires, *Cyclanorbis senegalensis* im Weißen Nil nördlich bis Renk (geht aber noch weiter nördlich, bis Duem) und im Bahr-el-Zeraf angetroffen habe. Außerdem wäre nachzutragen, daß auch *Pelomedusa galeata* Schoepff im Sudan vorkommt, wo sie A. L. Butler sowohl im Weißen Nil zwischen Renk und Faschoda als auch im Gamilabgebirge bei Suakin (3000′) auffand.

Emydosauria.

Crocodilus niloticus ist wohl im ganzen oberen Nil zu Hause, jedoch verschieden häufig. Anderson erwähnt das Krokodil von der Nordgrenze, von Wadi Halfa, Jägerskiöld fand es am sechsten Katarakt, bei Omdurman, häufiger jedoch erst südlich von Duem, namentlich an Stellen mit etwas

stärkerer Strömung, wie z. B. am Shellal nördlich von Gebelên und im Strome bei Mohaddan-el-Zeraf. Ich sah Krokodile zwischen Kawa und Goz Abu Gama, bei Melut, Khor Attar; die größten mögen etwa 3*m* lang gewesen sein. Jägerskiöld fand Eier am 26. Februar und (am sechsten Katarakt) am 27. April; letztere enthielten bereits Embryonen. Ich erhielt Eier mit Embryonen am 4. April bei Shambé. Einheimischer Name »Niam«.

Kapt. Flower traf das Nilkrokodil in den Provinzen Berber und Dongola, im Blauen Nil von Khartoum bis Roseires, im Weißen Nil, Gazellen-, Giraffenfluß, im Bahr-el-Gebel und Bahr-el-Homar, also in allen größeren Nebenflüssen des Nils im Sudan.

Lacertilia.

Geckonidae.

Stenodactylus Fitz.

St. elegans Fitz.

Boulenger, Cat. Liz. I (1885), p. 17, Trans. Zool. Soc. XVIII, 3, 1891, p. 107 *(guttatus)*, und Proc. Zool. Soc. London (1896), p. 213.
Peters, Mon. Ber. Ak. Wiss. Berlin 1862, p. 271 *(guttatus)*.
Anderson, J., Rept. Egypt., 1898, p. 35, 42, Taf. IV, Fig. 1 bis 6; Textfig. 1, 2.
Andersson, L. G., Res. Swed. Zool. Exp. Nr. 4, p. 6.
Tornier, Zool. Jahrb. Syst., XV, 6, 1902, p. 665.
Peracca, Boll. Mus. Torino, XIX, 1904, Nr. 467, p. 2.
Kammerer, Wochenschr. Aq. Terr. Kunde, III, 1906, p. 135.
Doumergue, Essai Faune Erpét. Oranie, Oran 1901, p. 92 *(guttatus)*.

Wadi Halfa (Anderson, Andersson); zwischen Berber und dem Atbara (Andersson), Kawa (Kammerer), Bejudasteppe (Hartmann), Durrur, Suakin, Ras Gharib (Anderson).

Dieser Gecko ist in ganz Nordafrika von Oran bis Ägypten und von Kamerun bis zum Rudolfsee sowie in Südpalästina und Arabien zu Hause.

Tropiocolotes Peters.

T. steudneri (Ptrs.).

Peters, Mon. Ber. Ak. Berlin 1869, p. 788 *(Gymnodactylus)*.
Anderson, Rept. Egypt., p. 48, Taf. IV, Fig. 9.

Von Steudner in Sennaar entdeckt, seither von Anderson und später auch von mir in Ägypten wieder aufgefunden. Steindachner erwähnt die Art von Mersa Halaib, etwas nördlich von der Nordgrenze des Sudan, am Roten Meere.

Pristurus Rüpp.

P. flavipunctatus Rüpp.

Boulenger, l. c., p. 52, P. Z. S. 1895, p. 531, und Ann. Mus. Genova 1896, p. 546.
Anderson, l. c., p. 56, Taf. IV, Fig. 10.
Del Prato, Atti Soc. Ital. Sci. Nat., XXXIV, 1894, p. 8.
Peracca, l. c., p. 2.

Suakin, Durrur (Anderson); Gebel Araschkol, Kordofan (Werner). Der erste bekannte *Pristurus*-Fundort westlich vom Nil!

Dieser interessante kleine Gecko, der früher ausschließlich aus Abessynien und Arabien bekannt war, findet sich auch in den Wüsten des nördlichen Sudan. In dem zentralen Talkessel des Gebel Araschkol lebt er auf den Gummiakazien, auf welchen er sich mit großer Schnelligkeit und Behendigkeit bewegt, so daß der Fang recht schwierig erscheint, um so mehr als das Tier sehr zart ist.

Totallänge des ♂ etwa 80 *mm*, davon die Hälfte auf den Schwanz; frisch ausgeschlüpfte Junge sind 15 *mm* lang (ohne Schwanz) und tragen wie das ♀ eine helle Rückenlinie. Das Ei ist relativ groß, 7 *mm* lang, 6 *mm* im Querdurchmesser; man findet die Eier in den Ritzen der Akazienrinde. Die Jungen müssen gegen Mitte April das Ei verlassen, da sie am 10. schon vollständig entwickelt und ausgefärbt waren. Die ♂♂ sind sehr streitsüchtig und beißen einander gern den Schwanz ab; es fehlt ihnen daher entweder die Schwanzspitze oder es ist dieselbe bereits regeneriert.

Die Lebensweise dieser Art scheint sehr verschiedenartig zu sein, da sie nicht nur auf Bäumen, sondern auch an Felsen und auf Sandboden vorkommt (Anderson).

Vorkommen: Massaua (Rüppell), Maskat (Blanford), Sudan (von Gasco schon 1876 erwähnt, doch ohne genauen

Fundort), Milmil, West-Somaliland; Assab, Erythräa (Boulenger), Aden (Anderson), Sarso, Bir al-Mashiya, Nomaninsel (Steindachner).

Ptyodactylus Cuv.

P. hasselquisti Donnd.

Boulenger, l. c., p. 110, Trans. Zool. Soc. 1891, p. 111, Taf. XIII, Fig. 2 (*lobatus* Geoffr.), und Ann. Mus. Genova 1896, p. 549.
Anderson, l. c., p. 62 Taf. VI, Fig. 1 bis 5*a*.
Del Prato, l. c., p. 8.
Tornier, Archiv f. Naturg. 1901, Beiheft p. 68; Zool. Jahrb. Syst. XXII, 1905, p. 368.
Doumergue, Erpét. Oranie, p. 84 *(oudrii)*.

Wadi Halfa (Anderson), Nubien (Boulenger). Sonst noch im größten Teile von Nordafrika, von Ostalgerien (var. *oudrii* Lat.) bis Ägypten (typicus und var. *guttata* = *syriaca* Peracca) und Somaliland (var. *ragazzii*), sowie in Togo (var. *togoensis* Torn.) und Südpalästina (var. *syriaca* Peracca).

Flower fand die Art sehr häufig bei Wadi Halfa, Butler in den Gamilab-Bergen, 3000′.

Hemidactylus Cuv.

H. turcicus L.

Boulenger, l. c., p. 126, Trans. Zool. Soc. 1891, p. 115, und Ann. Mus. Genova 1896, p. 550; P. Z. S. 1895, p. 532.
Anderson, l. c., p. 80, Taf. V, Fig. 3.
Peters, l. c., p. 271 *(verruculatus)*.
Del Prato, Vert. Col. Eritr., p. 48.
Steindachner, Exp. »Pola«, Zool., XVII, 1900, p. 327.
?Andersson, l. c., p. 6.
Peracca, l. c., p. 2.
Tornier, Zool. Jahrb. Syst. XXII, 1905, p. 368.
Doumergue, Erpét. Oranie, p. 83.

Suakin (Anderson); Akik Seghir (Steindachner), Sennaar (Hartmann); auch die var. *sinaita* Blngr. kommt bei Suakin und Durrur sowie bei Wadi Halfa vor (Anderson).

Ob der von Andersson erwähnte *Hemidactylus* von Gebelên zu dieser Art oder nicht eher zu *brookii* Gray gehört, muß ich dahingestellt sein lassen.

Dieser Gecko ist über die Küstenländer des Mittelmeeres und des Roten Meeres bis Sind verbreitet. Wahrscheinlich bestehen komplette Übergänge zwischen dieser Art und *H. brookii* (siehe Tornier, l. c.).

H. flaviviridis Rüpp.

Anderson, l. c., p. 77, Taf. V, Fig. 5, und P. Z. S. 1895, p. 647.

Suakin (Anderson). Sonst noch in Abessynien sowie in Ostindien und auf der Malayischen Halbinsel (*coctaei* DB.).

H. floweri n. sp.

Nächstverwandt *H. tropidolepis* Mocq. von Somaliland, aber durch den Besitz einer Reihe großer, quer erweiterter Platten auf der Unterseite des Schwanzes und durch die größere Zahl von Präanalporen (14 anstatt 7) verschieden, sowie schließlich auch noch die deutliche Entwicklung der Endphalangen.

Kopf eiförmig, bis zu den Augen flach; Rostrale mit von hinten ausgehender, weit nach vorn reichender Mittelfurche; Nasenloch zwischen Rostrale und drei ziemlich gleich großen Schildchen, dessen oberstes von dem der anderen Seite durch ein unpaares Schildchen getrennt ist. Schnauze oberseits mit großen, polygonalen, konvexen Schuppen, die zwischen den Augen etwas ungleich werden und so immer mehr gegen den Hinterkopf zu, wo man Körnerschuppen, die erheblich kleiner sind als die der Schnauze, mit größeren, kegelförmigen Tuberkeln von geringerer Zahl untermischt vorfindet. Oberlippenschilder 10, das siebente unter der Pupille; Augendurchmesser $1^3/_4$mal in der Schnauzenlänge, $1^1/_3$mal in der Entfernung vom hinteren Augenrand zur Ohröffnung enthalten; diese klein, senkrecht elliptisch. Mentale groß, 3(undeutlich 5)eckig; Sublabialia 5, groß; 2 Paare von größeren Kinnschildern, das innere, größere, median in Kontakt. Rücken mit Längsreihen großer, längsgekielter Tuberkelschuppen, zwischen denen kleinere eingestreut sind; die kleinsten in etwa 2 Längsreihen wie bei *tropidolepsis* in der Rückenmittellinie; die Entfernungen der Tuberkelreihen sind am Rücken stets kleiner als der Querdurchmesser der Tuberkel selbst, so daß sie nur durch eine

Reihe kleinerer Schuppen getrennt sind; an den Seiten folgen die Tuberkelreihen unmittelbar aufeinander; gegen den Bauch zu werden sie immer kleiner; Bauch mit Cycloidschuppen; Schwanz auf der Unterseite an der Basis stark angeschwollen (♂), jederseits dicht hinter dem After mit einer stumpfen Höckerschuppe; oberseits und seitlich mit etwas ungleichen Cycloidschuppen, unterseits mit queren, sechseckigen Platten in einer Längsreihe. Schwanz von querelliptischem Durchmesser, gegen die Spitze sich ziemlich rasch verjüngend. 5 Lamellenpaare unter der Innenzehe, 7 unter der Mittelzehe.

Oberseite graubraun, mit unregelmäßigen, schmalen, dunklen Querbinden, die auf Rumpf und Schwanz hinten etwas heller gesäumt sind; ein dunkles Längsband vom Nasenloch zum Auge und von hier über die Schläfe bis über die Ohröffnung; Schnauze mit einem spitzen Winkelflecken (Spitze an der Schnauzenspitze, Schenkel parallel zu der weißlich gefärbten Schnauzenkante). Gliedmassen undeutlich dunkler gebändert. Unterseite weiß.

Totallänge 80 *mm*; Schwanz 39 *mm*; Kopf 11·5 *mm* lang, 7 *mm* breit.

Blauer Nil, Sudan, Juni 1905, ein ♂ (leg. S. S. Flower). Dem eifrigen Erforscher der sudanesischen Reptilienfauna zu Ehren benannt.

H. brookii Gray.

Boulenger, l. c., p. 128; P. Z. S., 1895, p. 532; Mus. Ann. Genova, 1896, p. 6, 1898, p. 716.
Flower, Proc. Zool. Soc. London, 1900, p. 967.
Peracca, l. c., p. 2.
Kammerer, l. c., p. 106, 108, 146.

Diese in Westafrika vom Kap Verde bis Lagos verbreitete und auch auf Ceylon, auf dem ostindischen Kontinent und in Südchina vorkommende (= *gleadowii* Murray) Art ist von Flower zuerst am Weißen Nil (Gabt-el-Meghahid) gefunden worden; Kammerer fand sie bei Duem, ich häufig bei Khor Attar, vereinzelt bei Mongalla und Gondokoro. Er ist ein Hausgecko.

Das größte von mir gefundene Exemplar, ein ♂, mißt 117 *mm*. Neugeborene Junge sind 21 *mm* lang (Kopfrumpflänge), hellrotbraun, mit dunkelbraunroten, an den Rumpfseiten sich gabelnden und nach vorn und hinten mit weißen Punkten eingefaßten Querbinden (5 vom Nacken bis zum After), Erwachsene hellgrau oder hellgraubraun, mit drei Reihen großer, dunkler Flecken, die bei ganz alten Individuen sehr verblaßt, bei anderen wieder noch dunkler eingefaßt sein können. Bei ganz alten ♂♂ ist der Schwanz an der Wurzel sehr breit, seiner ganzen Länge nach abgeplattet und trägt Wirtel von Stachelschuppen, die gegen die Schwanzspitze immer kleiner werden und endlich ganz verschwinden. Während der normale Schwanz deutliche schmale, dunkle Querbänder (bis 9) aufzuweisen pflegt, ist der regenerierte Schwanz unregelmäßig dunkel gefleckt. Beim ♀ ist der Schwanz mehr drehrund als beim ♂, er ist auch stets kleiner. Das ♂ besitzt 12 bis 16 Femoralporen jederseits; die beiden Reihen sind stets getrennt. Rückentuberkel in 18 Längsreihen, die medianen stark gekielt.

Tarentola Gray.

T. annularis Is. Geoffr.

Boulenger, l. c., p. 197; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 530.
Anderson, l. c., p. 89, Taf. VIII, Fig. 3.
Andersson, l. c., p. 7.
Peters, l. c., p. 271 *(Platydactylus aegyptiacus)*.
Peracca, l. c., p. 2.
Kammerer, l. c., p. 51, 119, 157, 158.

Wadi Halfa, Suakin, Durrur, Erkowit (Anderson); Khartoum, Duem (Kammerer); Duem, Gebel Araschkol (Werner); Omdurman (Andersson); Sennaar (Hartmann); Mutmir, Khartoum, Omdurman (Flower). Sowohl im Freien an Felsen und Baumstämmen (Gebel Araschkol) als in menschlichen Wohnungen.

Außerdem in Ägypten, Abessynien, Somaliland, Arabien.

T. ephippiata O'Sh.

Boulenger, l. c., p. 198, Taf. XVI, Fig. 1, Ann. N. H. (6), XVI, 1895, p. 165; und Proc. Zool. Soc. London, 1896, p. 213.
Anderson, p. 88.

Durrur bei Suakin (Anderson).

Außerdem in Westafrika und im Somaliland (Lort-Phillips, Donaldson Smith).

Lygodactylus Gray.

L. picturatus Ptrs. var. **gutturalis** Boc.

Boulenger, l. c., p. 161.
Bocage, Jorn. Sc. Lisboa, IV, 1873, p. 211.
Tornier, Kriecht. Deutsch-Ostafrikas, p. 115.
Kammerer, l. c., p. 109, 157.

Dieser kleine Gecko, welcher von Kammerer zuerst für den ägyptischen Sudan nachgewiesen wurde (bei Duem), findet sich von hier bis Gondokoro allenthalben, weniger als Hausbewohner (Mongalla), dagegen häufig an Akazien, an denen er recht flink herumläuft, namentlich bei Goz Abu Guma, Melut, Khor Attar, Mongalla und Gondokoro, und zwar sowohl bei Tage als in der Dämmerung. Von A. L. Butler wurde sie am Bahr-el-Ghasal gefunden.

Frisch ausgeschlüpfte Junge sind ohne Schwanz 15 *mm* lang; sie entsprechen durchaus nicht der Mutmaßung Tornier's (l. c., p. 16), derzufolge sie gleichmäßig dunkel, fast schwarz sein sollen; sie haben oberseits eine hellgraubraune Färbung und zwei helle Längsbinden wie *L. capensis* Smith. Die erwachsenen Tiere sind oben hell- bis dunkelgrau mit folgender, nur bei helleren Exemplaren deutlicherer Zeichnung: eine dunkle Linie vom Nasenloch zum Auge und von hier bis oberhalb der Ohröffnung; mitunter eine dunkle Querlinie auf der Stirn, die Vorderränder der Augen verbindend. Rücken mit zwei sehr undeutlichen, dunklen Längsbinden, auf jeder dieser Längsbinden drei dunkle, fast schwarze Flecken in gleichen Abständen hintereinander, von denen der erste vor und ober dem Vorderbeinansatz, der zweite über der Achselhöhle, der dritte über dem Ellbogen (bei nach hinten an den Körper angelegtem Vorderbein) liegt. In einiger Entfernung senkrecht unter jedem dieser Flecken, durch einen sehr hellen Flecken getrennt, liegt abermals ein (noch dunklerer, deutlicherer und größerer) Flecken, so daß an jeder Seite drei Augenflecken

sichtbar sind. Die drei unteren Flecken liegen in der horizontalen Verlängerung des Schläfenstreifens. Vom Mundwinkel zur Ohröffnung und von da zum Vorderbeinansatz zieht eine dunkle Linie. Die Kehle ist mit drei intensiv schwarzen, parallelen Winkelflecken auf rein weißem Grunde geziert, von welchen sich der äußerste bis zum Vorderbeinansatz, parallel zu der vorerwähnten Halslinie, fortsetzt. Der Bauch ist mehr gelblichweiß. In der horizontalen Verlängerung der seitlichen Augenfleckenreihe liegt oft noch eine Reihe runder, weniger deutlicher, heller Flecken (dem hellen Seitenband der Jungen entsprechend), kleinere, helle, undeutliche Flecken dagegen über die ganze Oberseite verstreut. Schwanz oberseits mit verwaschenen dunklen Querbinden.

In morphologischer Beziehung wäre nur zu erwähnen, daß die Verteilung der Schildchen hinter dem Mentale fast ausnahmslos wie die bei Tornier (l. c., Taf. I) in Fig. 33 dargestellte ist; nur bei einem Exemplar fand ich drei postmentale Schildchen (Tornier, Fig. 32).

Regeneration des Schwanzes fand ich bei keinem meiner Exemplare; alle hatten dieses Organ intakt und mit deutlicher Saugscheibe (Tornier, Ein Eidechsenschwanz mit Saugscheibe; Biol. Zentralbl., XIX, p. 549 bis 552), welche beim Abwärtslaufen an Baumstämmen als Hemmschuh, bei der gewöhnlichen Körperhaltung im ruhenden Zustande (ebenfalls kopfabwärts) zur Entlastung der Füße in Betracht kommt. Die Kopfabwärtsstellung ist bei Geckonen der verschiedensten Gattungen überaus verbreitet, doch ist nirgends sonst ein solcher Apparat vorhanden wie bei unserer Art.

Die Einförmigkeit der sudanesischen Exemplare in Färbung und Pholidose ist um so bemerkenswerter, als mein Material aus Deutsch-Ostafrika, obwohl nicht sehr reich, doch vier verschiedene Varietäten erkennen läßt; Gelbfärbung des Kopfes und Nackens, bei den Sudanesen nie beobachtet, ist bei den Deutsch-Ostafrikanern anscheinend sehr gewöhnlich, ebenso Schwarzfärbung der ganzen Kehle mit Ausnahme der gelben Unterlippenränder; die Dreizahl der Postmentalia wiegt vor.

Die Anzahl der Femoralporen bei den sudanesischen Exemplaren beträgt 7 bis 9. Bemerkenswert ist das Vorkommen

einer schmalköpfigen Form, die ich auch unter meinen Deutsch-Ostafrikanern gefunden habe. Beide Exemplare aus Khor Attar gehören hieher; ein Geschlechtsunterschied liegt nicht vor, da beide ♂♂ sind und mir breitköpfige ♂♂ nördlich und südlich von Khor Attar vorgekommen sind.

Ich muß Tornier beistimmen, wenn er *L. gutturalis* für eine, allerdings recht distinkte Varietät des *picturatus* hält. Immerhin ist das Vorkommen dieser westafrikanischen Form im Sudan bemerkenswert und ein gutes Beispiel für die weitgehende Übereinstimmung beider Faunen.

Agamidae.

Agama Daud.

A. sinaita Heyden.

Boulenger, Cat. Liz., I, p. 339.
Anderson, l. c., p. 106, Taf. X, Fig. 1.
Peters, l. c., p. 271.

Dongola (Hartmann); Guarda, Dongola (Anderson).

Ich habe ein Exemplar aus der Coll. Hartmann untersucht.

Sonstiges Vorkommen: Sinai-Halbinsel und Ägypten (hier von mir sowohl bei Heluan als auch im Mokattamgebirge angetroffen), Arabien, Palästina, Persien.

A. pallida Reuss.

Boulenger, l. c., p. 348.
Anderson, l. c., p. 100, Fig. 6.
Peters, l. c., p. 271 *(ruderata)*.

Bejuda-Steppe (Hartmann), Sennaar (Nikolsky).

Es unterliegt keinem Zweifel, daß Peters und in letzter Zeit Nikolsky (Herpetologia Rossica, 1905, p. 49) die *pallida* mit der *ruderata* identifizierten, indem sie letztere vom Sudan, beziehungsweise Ägypten (Nikolsky) anführten.

A. spinosa Rüpp.

Boulenger, l. c., p. 355, und Ann. Mus. Genova, 1896, p. 550.
Anderson, l. c., p. 114, Taf. X, Fig. 2 bis 3.
Tornier, Zool. Jahrb. Syst., XXII, 1905, p. 370.
Peracca, l. c., p. 2.
Boettger, Zool. Anz. 1893, p. 2.

Suakin (Anderson), Erkowit bei Suakin (Anderson).

Sonst noch in Oberägypten, Sinai-Halbinsel, Abessynien, Somaliland und Schoa.

Ich konnte ein schönes, erwachsenes Pärchen (leg. Butler) untersuchen.

A. hartmanni Ptrs.

Peters, Mon. Ber. Ak. Berlin, 1869, p. 65.
Tornier, Zool. Jahrb. Syst., XXII, 1905, p. 370.
Anderson, l. c., p. 119.

Dongola (Peters).

Anderson identifiziert *A. doriae* Blngr. (Ann. Mus. Genova, 1885, p. 127; Cat. Liz., III, p. 495) mit dieser Art und bringt immerhin mehrere wesentliche Gründe für diese Ansicht bei. Ich habe das Originalexemplar der *hartmanni* bei meinem Aufenthalt in Berlin im April 1907 untersucht und möchte bei der Verschiedenheit der Meinung von Anderson und Tornier (Zool. Jahrb. Syst., XXII, 1905, p. 370), welcher die Identität beider Arten bestreitet, mich bedingt auf die Seite Tornier's stellen. Das Exemplar hat entschieden nicht den Habitus der Agamen aus der *spinosa-colonorum*-Gruppe, sondern mehr den der deserticolen Gruppe I bei Boulenger. Von *doriae* unterscheidet es sich auf folgende Weise:

1. Kopf dick, nicht niedergedrückt wie bei *doriae*;

2. Schnauze oben ohne Mittelleiste und ohne längliche, vergrößerte Schuppe auf dieser;

3. Nasale kurz, das Nasenloch in der Mitte (bei *doriae* länglich elliptisch, das Nasenloch am Hinterende);

4. Stachelschuppen am Nacken und Tympanum sehr schwach entwickelt;

5. Seitenschuppen nicht kleiner als die dorsalen.

Immerhin ist nicht abzustreiten, daß ein Exemplar von *A. doriae* aus Deutsch-Ostafrika in meiner Sammlung mit dem Typusexemplar der *hartmanni* in vielen Punkten übereinstimmt und da beide nicht voll erwachsen sind, so ist es möglich, daß einige dieser Merkmale auf Rechnung der noch mangelnden Geschlechtsreife zu setzen sind.

Ist aber *A. hartmanni* mit *A. doriae* identisch, so ist dasselbe sicherlich auch mit *A. doriae* und *colonorum* der Fall, und zwar sprechen dafür sowohl morphologische als geographische Gründe.

1. Die wesentlichsten Unterschiede beider Arten sind folgende:

a) Nasenloch nach aufwärts bei *colonorum*, nach auswärts gerichtet bei *doriae*.

b) Nasenloch auf der Schnauzenkante bei *colonorum*, unter derselben bei *doriae*.

Alle übrigen Merkmale der *A. doriae* sind von geringer Wichtigkeit; die relative Länge der vierten Zehe ist ja bei dieser Art wirklich etwas geringer als bei *colonorum*, doch beträgt die Differenz bei einem erwachsenen Tiere nur wenige Millimeter, kann also kaum ernstlich in Betracht kommen. Die Anzahl der Schuppenreihen ist schon nach Boulenger zur Unterscheidung unbrauchbar (60 bis 80 bei *colonorum*, 74 bis 84 bei *doriae* rund um die Körpermitte; 40 bis 60 bei *colonorum*, 45 bis 50 bei *doriae* zwischen Vorderbein- und Hinterbeinansatz), bleibt also nur die Stellung des Nasenloches. Meine Exemplare aus dem Sudan stimmen in allen Punkten mit *colonorum*, nur in der Zehenlänge mit *doriae* überein; die Lage des Nasenloches ist meist in, aber bei Exemplaren von denselben Fundorten auch unter der Schnauzenkante; meist auf-, aber auch bei westafrikanischen echten *colonorum* mitunter auch bloß rückwärts gerichtet.

Ich kann demnach der *A. doriae* keinerlei spezifische Selbständigkeit zusprechen und muß sie mit *A. colonorum* vereinigen.

2. Boulenger nennt Exemplare aus Bor (Bahr-el-Gebel) *Agama hartmanni*. Ich fand von Bor bis Gondokoro nur *A. colonorum*. Da nach einem alten Erfahrungssatze zwei nahe

verwandte Arten niemals zusammen vorkommen, sondern einander in ihrer Verbreitung ausschließen, so geht daraus hervor, daß *A. hartmanni (doriae)* und *colonorum* einer und derselben Art angehören, um so mehr als A. L. Butler am Bahr-el-Ghazal, Neumann am Sobat die echte *colonorum* traf. Und gerade nur am Weißen Nil und bei Bor sollte in einem von drei Seiten von *colonorum* umgebenen Gebiete, von den übrigen Verbreitungsgebieten, von denen man sie bisher kennt (Abessynien, Somaliland, Kenia), durch *colonorum* getrennt, die *doriae* vorkommen? Das erscheint mir unglaublich und nur durch die Identität beider Arten erklärlich.

Wie die echten somalischen *Hemidactylus*-Arten, so fehlen auch alle echten Somali-Agamen dem Sudan vollständig, und zwar wohl deswegen, weil sie Gebirgs- und Felsentiere sind, für die das Niltiefland natürlich nicht die nötigen Existenzbedingungen bietet. Speziell *A. doriae* scheint nach O. Neumann (Zool. Jahrb. Syst., XXII, p. 391) ein Gebirgstier zu sein und es ist daher ihr Vorkommen im oberen Niltale von vornherein unwahrscheinlich. Wahrscheinlich ist die echte *doriae* eine Lokalform der *colonorum*, die sich an das Leben im Gebirge angepaßt hat und die sich anscheinend am meisten in der Färbung vom Typus entfernt; die von mir untersuchten deutschostafrikanischen *doriae* im Berliner Museum wiesen aber in dieser Beziehung nicht mehr Verschiedenheit von *colonorum* auf als meine *colonorum*-♀♀ untereinander.

Sudan-Agamen:

1. *A. sinaita* Heyden.
2. *A. pallida* Rss.
3. *A. hartmanni* Ptrs.
4. *A. colonorum* Daud.
5. *A. spinosa* Rüpp.

Äthiopische Agamen:

1. *A. bottegi* Blngr., Somaliland.
2. *A. robecchi*, »
3. *A. vaillanti*, »
4. *A. rueppellii*, »

5. *A. smithii*, Rudolfsee.
6. *A. doriae* Blngr., Abessynien, Schoa, Omo, Somaliland.
7. *A. colonorum* Daud., Nord-Somaliland.
8. *A. lionotus*, Rudolfsee.
9. *A. spinosa* Rüpp., Abessynien, Somaliland.
10. *A. cyanogaster* Rüpp., Abessynien, Schoa, Omo.
11. *A. phillipsi*, Somaliland, Erythräa.
12. *A. annectens* Blanf., Somaliland, Abessynien.
13. *A. flavicauda* Wern., »
14. *A. zonura*, Somaliland, Abessynien.

A. colonorum Daud.

Boulenger, l. c., p. 356, Ann. N. H. (6), XVI, 1895, p. 168, und Ann. Mus. Genova, 1898, p. 717.
Peters, l. c., p. 271.
Heuglin, Reisen in das Gebiet des Weißen Nil. Leipzig und Heidelberg, 1869, p. 145 *(Stellio)*.
Del Prato, Vert. Col. Eritr., p. 48.
Peracca, l. c., p. 2.
Tornier, Zool. Jahrb. Syst., XXII, 1905, p. 371.

Diese schönste aller sudanesischen Eidechsen ist auf den südlichen Teil des Gebietes beschränkt. Ursprünglich nur aus Westafrika bekannt, wo sie vom Senegal zumindestens bis Angola häufig ist, wurde sie in der letzten Zeit auch in Ostafrika gefunden, von Hartmann in Sennaar, von Heuglin im Bahr-el-Ghazal-Gebiet (Meshra-el-Rek) und von O. Neumann auch am oberen Sobat (Jamboland am Akobo). Ich traf sie häufig bei Bor, Mongalla und namentlich bei Gondokoro, wo sie, wie in Westafrika, auch an Häusern, ja sogar in Wohnungen sich herumtreibt und sogar häufiger vorkommt als im Freien; hier bevorzugt sie namentlich die Kandelaber-Euphorbien und Akazien als Aufenthaltsort. Die Bewegungen sind außerordentlich schnell, so daß man sie im allgemeinen mit der bloßen Hand nur dann fangen kann, wenn sie sich, sei es in einem hohlen Euphorbienstamm oder dergl. festgerannt haben. Eines meiner größten Exemplare fing ich in dem kleinen Wetterhäuschen von Gondokoro.

Während der heißesten Tagesstunden sind die ♂♂ außerordentlich prächtig gefärbt. Der Kopf und Nacken und ein die unmittelbare Fortsetzung nach hinten bildender, zwischen den Schultern sich zuspitzender Fleck ist zitronengelb, die Kehle ziegelrot, mit weißlichen Längslinien, Rumpf und Gliedmaßen prächtig metallisch dunkelblau, der Schwanz am Grunde dunkelblau, dann lichtblauviolett, bis zur Mitte in Weiß übergehend, dann hellgelb, orange, braun, bis gegen die Spitze tiefschwarzbraun. Im Schatten und gegen Abend geht die Färbung (ebenso wie in Alkohol) in ein schmutziges Gelbbraun über, die rote Färbung der Kehle und die schwarzbraune der Schwanzspitze bleibt aber erhalten. Die ♀♀ sind kleiner und besitzen kein ausgesprochenes Farbwechselvermögen, sondern können nur ihre Färbung aufhellen und verdunkeln. Dagegen variieren sie untereinander mehr in der Färbung. Erwachsene ♀♀ (Kopfrumpflänge 92 *mm*, Schwanzlänge 140 *mm*) sind oberseits mehr weniger dunkel umbrabraun mit breitem, hellgelbem, unregelmäßigem Zickzackband längs jeder Rumpfseite und einigen symmetrisch angeordneten hellen Flecken auf dem Rücken; Kopf und Nacken wie beim ♂ hell, aber nicht rein gelb, sondern bräunlichgelb, einen dreieckigen Fleck bis in die Scapulargegend entsendend. Kleinere ♀♀ sind mehr graubraun mit einer dorsalen, schon am Nacken beginnenden Medianreihe von schwärzlich gesäumten Rhomben oder Kreisen, oder mit kleinen, hellen, runden, dunkel geränderten Augenflecken oder mit zackigen Querbinden, welche aus ockergelben, schwarz gesäumten Schuppen bestehen. Wir finden hier wie bei *Lacerta viridis* die Variabilität des ♀ viel größer als beim ♂.

Die Totallänge eines erwachsenen ♂ beträgt bis 30 *cm* (Schwanz 18 *cm*).

Im Magen der aus Mongalla stammenden Exemplare wurden außerordentlich große Mengen von Resten einer kleineren, schwarzen Ameisenart, fast ausschließlich Köpfe, gefunden.

Agama colonorum ist eierlegend; jeder Ovidukt enthält 4 bis 5 pergamentschalige Eier von 17×11 *mm* Durchmesser. Die Eier nehmen im Ovidukt einen so großen Raum ein, daß sie nach vorn bis zur Kehle reichen. Junge Exemplare wurden

im März nicht gefunden, sondern nur halbwüchsige; die Eiablage dürfte anfangs April vor sich gehen. Als Feind dieser Eidechse lernte ich einen kleinen Falken (*Melierax metabates*, Hgl.) kennen. Auch *Genetta dongolana* frißt sie begierig.

Uromastix Merr.

U. ocellatus Licht.

Anderson, l. c., p. 126, Taf. XII.
Tornier, l. c., p. 373.

Suakin, Wadi Halfa (Anderson); von O. Neumann auch im Somaliland gefunden; ich habe auch ein Exemplar aus der Provinz Dongola (leg. A. L. Butler) untersuchen können. Femoralporen zusammen 27.

U. acanthinurus Bell.

Boulenger, Cat. Liz., I, p. 406, und Trans. Zool. Soc. 1891, p. 119.
Anderson, l. c., p. 131, Taf. XV.
Doumergue, Erpét. Oranie, p. 109, Taf. VII, Fig. 1*a—c*.

Wüste zwischen Dongola und Ambukol (Heyden's *U. dispar*, von Rüppell gesammelt); Wadi Halfa (gesammelt von Lt. W. E. Longfield im Mai 1900). Außerdem in den Steinwüsten von ganz Nordafrika von Westalgerien bis Ägypten und zur Sinai-Halbinsel (Steindachner), hier allerdings relativ selten.

Anderson verzeichnet p. 361 auch *U. aegyptius* in seiner Tabelle aus dem nördlichen Sudan, doch sind mir keine genaueren Fundortsangaben bekannt, weshalb ich diese Art hier übergehe.

Varanidae.

Varanus Merr.

V. griseus Daud.

Boulenger, Cat. Liz., II, p. 306, und Trans. Zool. Soc. 1891, p. 121.
Anderson, l. c., p. 134, Taf. XVI.
Peters, l. c., p. 271 *(arenarius)*.
Doumergue, Erpét. Oranie, p. 97.

Suakin, Tokar (Anderson); Wadi Halfa (Werner); Sennaar (Hartmann). Sonst noch in ganz Nordafrika von Algerien bis Ägypten, Arabien, Syrien, Persien, Transcaspien bis Sind.

Das von mir mitgebrachte Exemplar besitzt eine Präanalpore. Über das Vorkommen von solchen bei gerade dieser Art siehe Anderson, Proc. Zool. Soc. London, 1895, p. 647.

V. ocellatus Rüpp.

Boulenger, l. c., p. 308; Proc. Zool. Soc. London, 1895, p. 534, 1896, p. 215; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 17, 550.
Anderson, l. c., p. 138, Taf. XVII.
Rüppell, Reise Nordafrika, Rept., p. 21, Taf. VI.
Peters, Mon. Ber. Ak. Wiss. Berlin, 1870, p. 109.
Boettger, Zool. Anz. 1893, p. 3.
Del Prato, Vert. Col. Eritr., p. 47.
Flower, Proc. Zool. Soc. London, 1900, p. 967.
Tornier, Kriecht. Deutsch-Ostafrikas, p. 37.
Neumann, Zool. Jahrb. Syst., XXII, 1905, p. 373.

Kordofan (Rüppell); Sennaar (Mus. Gordon College); Roseires (Hartmann); Khor Attar (Werner); Weißer Nil und Bahr-el-Gebel (Flower). Außerdem von Abessynien bis Deutsch-Ostafrika, hier in *V. albigularis* Daud., gegen den Westsudan wahrscheinlich in *V. exanthematicus* Bosc. übergehend. Es dürfte aber nicht ganz richtig sein, daß, wie Tornier sagt, die jüngeren Exemplare *albigularis*, die alten *ocellatus* sind; denn die jungen Exemplare haben eine dunkle Kehle, was dem Artnamen »*albigularis*« doch zu sehr widerspricht.

Das von mir bis Wien mitgebrachte Exemplar wurde mir in Khor Attar am 20. Februar 1905 lebend eingeliefert und längere Zeit, auch noch in Wien, von mir lebend erhalten, und zwar mit rohem Fleisch, welches dem Tier anfangs nach vorhergegangener Reizung in den geöffneten Rachen gesteckt und von ihm ohneweiters verschlungen wurde. Das Fleisch von Raubvögeln *(Milvus aegypticus)* wurde ungern genommen. Im Vergleiche zu den beiden anderen sudanesischen Arten ist *V. ocellatus* in seinen Bewegungen langsam, sein Lauf wenig fördernd; das Wasserbedürfnis ist geringer als bei *niloticus*; ein geringes Farbwechselvermögen (wobei die Ocellen mehr oder weniger deutlich sichtbar werden) ist wie bei *griseus* vorhanden (nach Lorenz Müller auch bei *exanthematicus*).

Dimensionen: Totallänge 82 *cm*; Kopf 8 *cm* lang, 5·5 *cm* breit; Schwanz 40 *cm* lang; Rumpfumfang 26 *cm*; Schwanz an der Basis 15·5 *cm*; Vorderbein 13 *cm*; Hinterbein 15 *cm*; Hinterzehe 3 *cm*; Schuppen in 95 Quer- und 68 (72) Längsreihen.

V. niloticus (L.).

Boulenger, l. c., p. 317; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 17.
Anderson, l. c., p. 140, Taf. XVIII.
Peters, l. c., p. 271.
Del Prato, Vert. Col. Eritr., p. 47,
Flower, l. c., p. 967.
Andersson, Res. Swed. Zool. Exp., Nr. 4, p. 8.
Neumann, l. c., p. 373.

Khartoum und Omdurman (Andersson); Weißer Nil (Flower); Khor Attar (Werner); südlich von Gondokoro (Werner); Regenteiche bei Gebel Ghule und Nil bei Sennaar (Hartmann); Blauer Nil, Bahr-el-Gebel und Bahr-el-Zeraf (Flower).

Wahrscheinlich überall am Nil; das von mir mitgebrachte Exemplar enthielt zahlreiche Reste von Süßwasserkrabben *(Potamon)* im Magen und Darm, nebst vereinzelten kleinen Muscheln.

Außerdem in ganz Afrika mit Ausnahme des Nordwestens.

Da das von mir heimgebrachte Exemplar von *V. niloticus* fast genau dieselbe Kopfrumpflänge besitzt, wie das von *V. griseus*, so schien es mir nicht ohne Interesse zu sein, die beiden in Bezug auf die übrigen Körperdimensionen zu vergleichen. Es ergab sich hiebei folgendes:

	griseus	*niloticus*
1. Kopfrumpflänge	385 *mm*	380 *mm*
2. Schwanz	430	450[1]
3. Kopflänge	72	70
4. Von der Schnauzenspitze bis zur Kehlfalte	140	140
5. Vorderbein	112	132

[1] Nicht ganz vollständig.

	griseus	*niloticus*
6. Hinterbein	155 *mm*	120 *mm*
7. Mittelfinger	20	30
8. Vierte Zehe	30	40
9. Längste Kralle	11	17
10. Schwanzhöhe an der Basis	27	40
11. » 20 *cm* dahinter	15	25
12. Ohröffnung, Höhe	11	12
13. » Breite	5	6
14. Zungenspitzen	18	38

Am auffallendsten ist die Verschiedenheit der Länge der Zunge; die beiden Spitzen (von der Gabelungsstelle an gemessen) sind bei *niloticus* mehr als doppelt so lang als bei *griseus*; ebenso sind die Krallen und auch die Zehen länger, der Schwanz höher; die Hinterbeine sind bei *griseus* länger als die vorderen, bei *niloticus* ist das Verhältnis umgekehrt; die übrigen Unterschiede sind gering, sicherlich nicht spezifisch.

Lacertidae.

Latastia Bedr.

L. longicaudata Rss.

Boulenger, Cat. Liz., III, p. 55; Proc. Zool. Soc. London, 1895, p. 534, 1896, p. 215; Ann. Mus. Genova, 1891, p. 7, 1896, p. 17, 551, 1898, p. 717; Ann. N. H. (6), XVI, 1895, p. 165.
Anderson, l. c., p. 143, Taf. XIX.
Tornier, l. c., p. 376.
Peracca, Boll. Mus. Torino, XIX, 1904, Nr. 467, p. 3.

Suakin, Durrur, Tokar, Akik (Anderson); Bara, Kordofan (A. L. Butler); Erkowit bei Suakin, 4000′ (A. L. Butler).

Außerdem in Arabien, Abessynien, Schoa, Somaliland; Taita, Faladoya am Kenia, Nguruman zwischen Kilimandjaro und Victoria-Nyanza; von J. Scherer auch am Senegal gefunden; geht auch ins südlichste Ägypten (s. Steindachner, Exp. »Pola« Zool. XVII, p. 329: Mersa Halaib).

Acanthodactylus Wiegm.[1]

A. boskianus Daud.

Boulenger, Cat. Liz., III, p. 59; Trans. Zool. Soc. 1891, p. 129, Ann. Mus. Genova, 1896, p. 551.
Anderson, l. c., p. 148, Taf. XII.
Kammerer, l. c., p. 146, 135.
Peracca, l. c., p. 3.
Doumergue, l. c., p. 148, Taf. X, Fig. 1 bis 3.

Suakin, Tokar (Anderson); Kawa (Kammerer); Wadi Halfa (Becker). Außerdem in Nordafrika weit verbreitet; außerdem in Palästina und Arabien.

A. scutellatus Aud.

Boulenger, l. c., p. 64, und Trans. Zool. Soc. 700, 1891, p. 130.
Anderson, l. c., p. 161, Taf. XXII.
Peters, l. c., p. 271.
Doumergue, l. c., p. 152, Taf. X, Fig. 4 bis 7.

Ich konnte ein Exemplar aus Abu Hamed (leg. S. S. Flower, 19. Dezember 1906) untersuchen. Färbung sandgelb mit kleinen, schwarzen Tupfen; Schwanzseiten grau; Gliedmaßen grau, mit großen, runden, weißen Tupfen.

Ferner Wadi Halfa (Anderson); Sennaar (Hartmann). Sonst noch in ganz Nordafrika, am Senegal und in Syrien.

Eremias Wiegm.

E. spekii Gthr. (**sextaeniata** Stejn.).

Boulenger, l. c., p. 84, Taf. IV, Fig. 2; P. Z. S., 1895, p. 534; Ann. N. H. (6), XVI, 1895, p. 165 *(sext.)*; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 17, 1898, p. 718.
Günther, Ann. Mag. N. H. (4), IX, 1872, p. 381.
Peters, Mon. Ber. Ak. Wiss. Berlin, 1878, p. 202, Taf. II, Fig. 1 *(rugiceps)*.
Tornier, Kriecht. Deutsch-Ostafrikas, p. 39, und Zool. Jahrb. Syst., XXII, 1905, p. 377.
Stejneger, P. U. S. Nat. Mus., XVI, 1893, p. 718 *(sextaeniata)*.

---

[1] Die Angabe Kammerer's, daß *A. pardalis* im Sudan im Niltale vorkomme, muß einstweilen bezweifelt werden (l. c., p. 146). Im östlichen Nordafrika (Ägypten, Somaliland) entfernt sich die Art nirgends weit von der Meeresküste.

Mein auf einem Brachfeld in Gondokoro selbst, wenige Schritte vom Haus entfernt gefangenes Exemplar stimmt mit Stejneger's Art, welche von Tornier wohl mit Recht in den Formenkreis der *spekii* einbezogen wurde, gut überein, nicht aber mit dem Typus der Art, der nahezu genau aus derselben Breite (aber südlich vom Äquator) stammt (5° 7′, zwischen der Küste und Uniamwesi; leg. Kapt. Speke). Das Suboculare ist auf beiden Seiten vom Oberlipppenrande getrennt und die Anzahl der hellen Streifen beträgt 6, so daß diese auch einander merklich nähergerückt erscheinen als bei *spekii*; die beiden mittleren Streifen weichen in der Nackengegend nach vorn etwas auseinander und nehmen eine vom Occiput ausgehende, kurze, weniger deutliche, helle, mediane Längslinie zwischen sich. Schwanz oben und unten rot. Von den Rumpfstreifen geht nur der am Augenhinterrand beginnende helle und der nach einwärts davon gelegene dunkle Streifen auf den Schwanz über, und zwar reicht der erstere etwa bis zur Ferse, der letztere bis zu den Zehenspitzen des nach hinten gerichteten Hinterbeines; die dunklen Längsbänder sind von schwarzen Querflecken durchzogen, von denen einige auch die hellen Linien durchsetzen; Gliedmaßen mit runden, weißen Flecken; Unterseite mit Ausnahme des Schwanzes weiß. Femoralporen beiderseits 13.

Diese Eidechse ist über das tropische Ostafrika von 5° n. Br. bis Deutsch-Ostafrika verbreitet.

E. mucronata Blanf.

Boulenger, Cat. Liz., III, p. 86 (*brenneri*, part.), und Proc. Zool. Soc. London, 1895, p. 534, 1896, p. 215 und p. 921, Textfig.; Ann. Mus. Genova, 1895, p. 13, 1896, p. 9, 551; Ann. N. H. (6), XVI, 1895, p. 165.
Anderson, l. c., p. 169, Taf. XXIII, Fig. 1 und 2.
Boettger, Zool. Anz., XVI, 1893, p. 118.
Tornier, l. c., p. 381.

Suakin, Durrur (Anderson).

Außerdem in Abessynien, Somaliland und Arabien; geht auch bis ins südlichste Ägypten (Mersa Halaib, siehe Steindachner, Exp. »Pola«, XVIII, 1900, p. 330).

E. guttulata Licht.

Boulenger, l. c., p. 87, Trans. Zool. Soc. 1891, p. 132, und Ann. Mus. Genova, 1896, p. 551.
Anderson, l. c., p. 174, Taf. XXIII, Fig. 3 und 4.
Steindachner, Exp. »Pola«, Zool., XVII, 1900, p. 330.
Peracca, l. c., p. 3.
Doumergue, l. c., p. 198, Taf. XV, Fig. 1*a—b*.

Suakin, Durrur, Erkowit, Akik (Anderson); Akik (Steindachner). Außerdem in den Wüsten von ganz Nordafrika und Syrien.

Gerrhosauridae.

Gerrhosaurus Wiegm.

G. flavigularis Wiegm.

Boulenger, l. c., p. 122.
Tornier, Zool. Jahrb., XIII, 6, 1900, p. 593; XXII, 1905, p. 381.
Peters, l. c., p. 271.

Sennaar, namentlich Hedebat am Blauen Nil (Hartmann). Sonst noch in Süd- und Ostafrika.

Scincidae.

Mabuia Fitz.

M. maculilabris Gray (Taf. I, Fig. 1 bis 1*a*).

Boulenger, l. c., p. 164, Taf. IX, Fig. 2.
Tornier, Zool. Jahrb. Syst., XIII, 6, p. 595; XVI, 2, 1902, p. 583 (Deutsch-Ostafrika); Kriecht. Deutsch-Ostafrikas, 1897, p. 42 (Uganda).
Mocquard, CR. Soc. Philom. Paris, 1896, p. 44 (Ob. Ubangi).
Günther, P. Z. S., 1894, p. 87 (Kenia).

Ich fing zwei Exemplare dieser für den Sudan neuen und in Ostafrika überhaupt noch relativ selten gefundenen Eidechse auf dem zwischen Gondokoro und Khartoum verkehrenden Dampfer »Dal«. Beide besitzen 32 Schuppenreihen und bei beiden ist das Frontonasale in Kontakt mit dem Frontale. Rückenschuppen mit fünf sehr deutlichen Längskielen, hie und da ein sechster angedeutet. Bei dem einen Exemplar (Kopfrumpflänge 75 *mm*, Schwanz 45 *mm*, regeneriert) sind die Parietalia hinter dem Occipitale in Kontakt; das zweite Supraoculare links

berührt das Präfrontale in einem Punkte, das rechte aber ist vom Präfrontale getrennt. Das Hinterbein erreicht den Ellbogen des nach hinten gerichteten Vorderbeines. Das zweite Exemplar (Kopfrumpflänge 75 *mm*, Schwanz [Spitze fehlt] 110 *mm*, im ganzen wahrscheinlich 115 *mm* lang) hat das zweite Supraoculare beiderseits mit dem Präfrontale in Kontakt; Parietalia durch das Occipitale getrennt; Hinterbein reicht bis zum Handgelenk.

Ich glaube, die Art auch bei Mongalla im Geäst eines großen Baumes gesehen zu haben (2. März).

M. brevicollis Wiegm. (Taf. II, Fig. 4 bis 4*a*).

Wiegmann, Archiv f. Naturg., 1837, p. 133.
Boulenger, l. c., p. 169.
Peracca, l. c., p. 3.
Tornier, Zool. Jahrb. Syst., XIII, 6, 1900, p. 595; XVI, 2, 1902, p. 583 *(chanleri)*, und XXII, 4, 1905, p. 385.

Ein einziges Exemplar dieser Art ist aus dem Sudan bekannt. Es wurde von A. L. Butler bei Mogatta am Atbara gesammelt und mir durch Kapt. Flower freundlichst zur Untersuchung übermittelt. Es ist etwa halbwüchsig, schwarzbraun, mit zahlreichen, lebhaft weißen, runden Tupfen. Die Schuppen auf den Sohlen sind sehr deutlich und scharf gekielt. Die Rückenschuppen sind zwar dreikielig, der Mittelkiel aber immer viel weniger deutlich als die seitlichen. Schuppen in 32 Reihen rund um die Körpermitte.

Die Art ist in Ostafrika von Abessynien bis Deutsch-Ostafrika sowie in Arabien zu Hause. Mit ihr ist *M. pulchra* Mtsch. und *M. chanleri* Stejn. identisch.

M. wingatii n. sp. (Taf. II, Fig. 3 bis 3*a*).

♂ und ♀ von Khor Attar, 11. Februar 1905.

Diese schöne Eidechse unterscheidet sich von der nahestehenden *M. raddoni* Gray durch die bedeutendere Größe, die größere Zahl der Supraciliaria 5 (6), das breitere und kürzere Frontonasale und den längeren Körper; auffallend sind auch die fast blasig aufgetriebenen Subdigitallamellen dieser Art.

Die Supranasalia sind hinter dem Rostrale in Kontakt; das Frontonasale ist genau doppelt so groß wie lang (bei *raddoni* ist das Verhältnis von Breite zu Länge etwa wie 1·36 bis 1·48 : 1); die Präfrontalia bilden eine lange Sutur; das zweite Supraoculare ist das größte und berührt deutlich das Präfrontale; Parietalia durch das Occipitale vollständig getrennt; ein Paar Nuchalia; Suboculare nach unten ein wenig verschmälert, gegen dreimal so lang als eines der benachbarten Supralabialia; Ohröffnung schief elliptisch, mit 3 bis 5 sehr kleinen und spitzigen Schüppchen am Vorderrande. Rückenschuppen deutlich dreikielig; 30 bis 32 Schuppen rund um die Mitte des Rumpfes. Das nach vorn an den Körper angelegte Hinterbein reicht beim ♂ bis zur Mitte der Hand des nach hinten gerichteten Vorderbeines; beim ♀ erreichen sich bei dieser Lage Finger und Zehen nicht.

Dimensionen:

	♂	♀
Kopfrumpflänge	85 *mm*	100 *mm*
Schwanzlänge	105	102 (regeneriert).
Kopflänge	18	19
Kopfbreite	11	12

Färbung: Oberseite hellrötlichgraubraun; ein breiter, rein weißer Seitenstreif ($^2/_2$ Schuppenbreiten), vom Suboculare unterhalb der Ohröffnung und oberhalb der Vorderextremität bis zur Hüfte hinziehend, oben und unten dunkel (beim ♂ schwarz, beim ♀ dunkelbraun) gerändert. Beim ♂ besteht diese dunkle Einfassung am Hals (Mundwinkel bis Vorderbein), beim ♀ an den Rumpfseiten aus Flecken anstatt des sonst zusammenhängenden Streifens. Ein schmaler, weißlicher Streifen $^1/_2 + 3 + ^1/_2$ Schuppenreihen über dem vorerwähnten, beginnt etwas hinter der Vertikalen der Ohröffnung und reicht bis etwa über den Ellbogen des nach hinten gelegten Vorderbeines; es ist außen mit schwarzen Makeln eingesäumt. Beim ♂ zwei Reihen dunkler Flecken (Schuppenränder) in der Rückenmitte, durch zwei Schuppenreihen getrennt; beim ♀ ähnliche, aber sehr spärliche Flecken. Gliedmaßen ungefleckt. Unterseite grünlich- oder gelblichweiß.

Ich erlaube mir, diese schöne Art nach Sr. Exzellenz dem Governor General Sir Reginald Wingate, welcher meiner kleinen Expedition die größtmögliche Förderung zu teil werden ließ, zu benennen.

Die sechs sudanesischen Mabnien lassen sich folgendermaßen leicht unterscheiden:

1. Schuppen auf den Sohlen stachelig; Suboculare nach unten stark verschmälert, meist den Oberlippenrand nicht erreichend 5
   Schuppen auf den Sohlen nicht stachelig; Suboculare nicht verschmälert, den Oberlippenrand stets erreichend 2
2. Alle Rückenschuppen fünfkielig..... *M. maculilabris*
   Alle Rückenschuppen dreikielig 3
3. 36 bis 44 Schuppen um die Rumpfmitte; Subdigitallamellen meist gekielt; Nuchale vorhanden... *M. quinquetaeniata*
   30 bis 34 Schuppen um die Rumpfmitte 4
4. Subdigitallamellen glatt; Nuchalia vorhanden; 30 bis 32 Schuppen um die Rumpfmitte ..... *M. wingatii*
   Subdigitallamellen gekielt; keine Nuchalia; 34 Schuppen um die Rumpfmitte ..... *M. mongallensis*
5. Rückenschuppen meist zweikielig; 30 bis 32 Schuppen um die Rumpfmitte..... *M. brevicollis*
   Rückenschuppen drei- oder mehrkielig; 34 bis 36 Schuppen um die Rumpfmitte..... *M. striata*

M. mongallensis n. sp. (Taf. I, Fig. 2 bis 2*a*).

Mongalla, 31. März 1905.

Ich erhielt von dieser Art leider nur ein einziges, schwanzloses Exemplar, welches erweist, daß die Art mit *M. perroteti* DB. (die ich doch nicht für identisch mit *M. raddoni* halten möchte, da beide Arten in Größe, Kopfform, Färbung und anderen Punkten sehr deutlich verschieden sind),[1] nahe verwandt ist.

Supranasalia in Kontakt; Frontonasale breiter als lang; Präfrontalia bilden eine breite Mediansutur; zweites Supra-

[1] Siehe auch Boulenger, in: Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 1905, p. 185.

oculare das größte und mit dem Präfrontale in Kontakt; 6 Supraciliaria; Occipitale trennt die Parietalia; keine Nuchalia; Suboculare mehr als doppelt so lang als eines der benachbarten Supralabialia; 34 Schuppen um die Rumpfmitte, die dorsalen stark, die lateralen schwach dreikielig; Sohlenschuppen nicht gekielt; 16 Lamellen unter der vierten Zehe, deutlich gekielt; Gliedmaßen oberseits mit drei- (zum geringeren Teile zwei-) kieligen Schuppen; das Hinterbein erreicht mit der Spitze der vierten Zehe den Ellbogen. Auricularschüppchen 3, klein; hinter dem unpaaren Submentale ein paar durch ein Schildchen getrennter Submentalia.

Dimensionen: Kopfrumpflänge 50 *mm*; Kopf 14 *mm* lang, 11 *mm* breit; Entfernung des Vorder- und Hinterbeines am Grunde 35 *mm*. Rückenzone ($^1/_2+8+^1/_2$ Schuppenreihen) rotbraun; 7 Fleckenreihen (Seitenränder der 6 mittleren Schuppenreihen mit dunklem Fleck); Seitenzone dunkelbraun ($^1/_2+3+^1/_2$ Schuppenreihen) mit weißen, in vertikalen Reihen angeordneten Flecken (von der Größe einer Schuppe); Unterseite weiß. Schläfengegend ohne dunkles Band, nur mit dunklen Schuppenrändern; weiße Flecken auch an den Seiten des Halses, Bauches und Schwanzes.

Von *M. perroteti* unterscheidet sich vorliegende Art durch das Fehlen der Nuchalia, die gekielten Subdigitallamellen und die Färbung, von *M. quinquetaeniata* durch das Fehlen der Nuchalia, die geringere Zahl von Schuppenreihen und die Färbung.

M. quinquetaeniata Licht.

Boulenger, l. c., p. 198; Poc. Zool. Soc. London, 1896, p. 215; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 551.
Anderson, l. c., p. 187, Taf. XXIV, Fig. 1 bis 3.
Andersson, l. c., p. 8.
Kammerer, l. c., p. 36, 48, 49, 119.
Del Prato, Atti Soc. Ital. Sci. Nat., XXXIV, 1894, p. 2.
Tornier, Zool. Jahrb. Syst., XXII, 1905, p. 382.

Diese Eidechse, welche in Ägypten von Alexandrien bis zur Grenze des Sudan, mit wenigen Ausnahmen, überall häufig ist, hat im Sudan selbst ein stark unterbrochenes Verbreitungs-

gebiet, indem sie sich einerseits im paläarktischen Teile (Wadi Halfa, Suakin nach Anderson, Abu Hamed nach Flower), Omdurman (Andersson), Khartoum (Kammerer, Werner) vorfindet, andrerseits aber wieder im äußersten Süden (Mongalla, Gondokoro) und Osten (Wad Medani, Roseires, Gelo-Akobo, Sobat), während in der Zwischenzone die nachfolgende Art herrscht. In Gondokoro bewohnt diese Art auch die menschlichen Wohnungen; hier fehlt wieder *M. striata,* während in Mongalla beide Arten, wenngleich relativ selten, vorkommen.

Mabuia quinquetaeniata wird viel größer als die folgende Art. Mein größtes ♂ (Mongalla) ist 100+155 = 255 *mm,* mein größtes ♀ (Gondokoro) mit regeneriertem Schwanz 119+126 = 215 *mm* lang. Diese Art scheint eierlegend zu sein; in dem großen ♀ von Gondokoro fand ich Mitte März 11 (6+5) pergamentschalige Eier, während in *M. striata* schon in der zweiten Februarhälfte vollständig ausgetragene Junge sich vorfinden. Die Färbung der beiden Geschlechter ist in der Regel auffällig verschieden; das ♂ oberseits einfarbig hellbraun mit drei großen, schwarzen Flecken hintereinander hinter der Ohröffnung, die durch weiße Vertikallinien getrennt sind; unter ihnen ein meist hochgelber, schon von der Oberlippe ausgehender Längsstreifen. Halsseiten unter diesem Streifen bläulichgrau. Die Kehle ist beim erwachsenen ♂ häufig schwarzgefleckt oder fast ganz schwarz. Das ♀ ist schwarzbraun mit fünf hellen Längsstreifen, die am Rumpfe gelblich sind, am Schwanz ins Bläuliche übergehen; die Kehle ist niemals dunkelgefleckt. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den unterägyptischen und gondokorensischen Exemplaren ist nicht zu bemerken; immerhin scheinen die letzteren größer zu werden als die nördlichen Exemplare. Die Zahl der Supralabialia vor dem Suboculare ist konstant 4; die Zahl der Schuppenreihen 38 bis 42; die Präfrontalia bilden fast ausnahmslos eine (oft sehr deutliche) Sutur.

Geschlecht	Fundort	Schuppenreihen	In Kontakt	Hinterbein erreicht	Sonstiges
♂	Khartoum	38	Präfrontalia	Ellbogen	Kehle gefleckt.
♂	Mongalla	38	»	»	Kehle gefleckt (255 *mm* Tot.).
♂	»	38	»	»	Kehle gefleckt (stark). Parietale und Frontoparietale links verschmolzen.
♂	»	38	»	»	
♂	»	40	Präfrontalia, Frontalia, Frontonasalia	»	Linke Hand regeneriert, mit einer großen, gelben Schuppe bekleidet.
♂	»	42	Präfrontalia	»	
♀	»	38	»	»	
♀	Gondokoro	38	Frontonasalia, Frontalia	Handwurzel	
♀	»	40	Präfrontalia, Frontalia, Frontonasalia	»	215 *mm*; 11 Eier in den Ovidukten.
♀	»	40	Präfrontalia	Achselhöhle	
♀	»	40	»	Schulter	
♀	»	42	«	Ellbogen	

M. striata (Ptrs.).

Boulenger, l. c., p. 204; Proc. Zool. Soc. London, 1895, p. 535, 1896, p. 215; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 10, 551; Ann. N. H. (6), XVI, p. 165.

Tornier, Kriecht. Deutsch-Ostafrikas, p. 44, und Zool. Jahrb. Syst., XVI, 2, 1902, p. 586.

Flower, Proc. Zool. Soc. London, 1900, p. 967.

Kammerer, l. c., p. 135.

Diese Eidechse wurde zuerst von Flower für den ägyptischen Sudan (Weißer Nil) nachgewiesen, später fand sie Kammerer bei Kawa. Sie ist von hier bis Mongalla, mit Ausnahme des unteren Bahr-el-Gebel, im Gebiete des Sudd, wo landbewohnende Tiere überhaupt nicht vorkommen, überall häufig. Von einem aus Khor Attar mitgebrachten ♀ erfolgte die Geburt von drei Jungen in Gondokoro am 4. März 1905, doch ist die Anzahl der Jungen in der Regel größer, nämlich sieben, wovon vier in dem einen, drei im anderen Uterus liegen. *M. striata* lebt sowohl auf dem Boden im Dorngestrüpp als auch an Bäumen; an den Hütten der Eingebornen sah ich sie nur vereinzelt; sie ist etwas weniger flink als *M. quinquetaeniata*. Länge meines größten Exemplares (Mongalla) 79+111 = 190 *mm*.

Die Variabilität in der Beschuppung ist bei dieser Art beträchtlich, während in der Färbung nur zwei Haupttypen vorkommen; dunklere, bei welchen die Streifen scharf begrenzt erscheinen; die dunklen sind rotbraun, die hellen gelblichweiß, diese nur zwei Schuppenreihen breit; bei der zweiten Form sind die Streifen undeutlich begrenzt, die dunkeln olivenbraun, die hellen grünlichweiß und drei Schuppenreihen breit; Unterseite stets grünlichweiß. Die Jungen sind dunkelbraun, auf dem Kopfe heller, Oberlippe weiß, Seitenstreifen schmal, gelblichweiß.

Was die Pholidose anbelangt, so erstreckt sich die Variabilität auf folgende Merkmale: Zahl der Supralabialia vor dem Suboculare, beziehungsweise dem darunterliegenden Supralabiale; schwankt zwischen 5 und 7, die Zahl 6 ist aber bei weitem am häufigsten (45mal bei 31 Exemplaren, darunter 15mal beiderseits; siebenmal fanden sich 5, zehnmal 7 Supra-

labialia, darunter einmal beiderseits; 6 bis 7 waren zehnmal, 5 bis 6 dagegen nur fünfmal vertreten. Nur in zwei Fällen berührt das Suboculare einerseits, in einem Falle beiderseits das Auge.

Berührung von Frontonasale und Frontale: 14mal mehr weniger deutlich; achtmal waren die Präfrontalia in Kontakt, zehnmal berührten sich alle vier Schilder in einem Punkte.

Die Zahl der Schuppenreihen war bei 11 Exemplaren 36, bei 6 Exemplaren 34; ein Exemplar hatte 37 Reihen. Außerordentlich variierte die Zahl der Schuppenkiele, nämlich von 3 bis 9; bei den nördlicheren Exemplaren (Kodok, Khor Attar, Sobat) war sie ausnahmslos geringer als bei denen von Mongalla. Die Schuppenkiele sind durchwegs sehr scharf und springen nach hinten so weit vor, daß der Hinterrand der Schuppen ein wenig zackig wird; bei mehr als fünf Schuppenkielen liegen die überzähligen asymmetrisch; Verschmelzungen von Schuppen, wie dies die Nuchalia normalerweise vorstellen, sind nicht allzu selten und dadurch kann auch die Zahl der Schuppenkiele noch weiter ansteigen.

Nachstehend gebe ich eine Tabelle über die morphologischen Unterschiede von 18 erwachsenen und halbwüchsigen Exemplaren. Vorher aber will ich noch die Aufmerksamkeit auf zwei ♀♀ mit je 7 Jungen lenken, die ich in Bezug auf zwei Merkmale (Zahl der Supralabialia vor demjenigen unter dem Suboculare und Berührung oder Trennung von Frontonasale und Frontale — die Schuppenreihen konnte ich wegen der großen Schwierigkeit der Zählung bei den Jungen leider nicht in Betracht ziehen, da die geringste Ungenauigkeit die ganze Mühe des Vergleiches illusorisch gemacht hätte) mit ihren Müttern verglichen habe.

Bei dem ♀ *A* (Khor Attar) war die Zahl der Supralabialia links 7, rechts 6; das Frontonasale und Frontale in Kontakt.

Bei den Jungen war das Verhältnis wie folgt:

Im linken Uterus:

1.	Supralabialia	7 — 6	Präfrontalia in Kontakt.
2.	»	6 — 6	Frontale und Frontonasale in Kontakt.
3.	»	7 — 7	Präfrontalia in Kontakt.

Im rechten Uterus:

4. 7 — 6 Präfrontalia in Kontakt.
5. 6 — 5 Präfrontalia in Kontakt.
6. 6 — 6 Frontonasale, Frontale, Präfrontalia in einem Punkte in Kontakt.
7. 6 — 6 Präfrontalia in Kontakt.

Beim ♀ *B* (ebenfalls von Khor Attar) war die Zahl der Supralabialia (links) 6, (rechts) 5; Frontonasale, Frontale, Präfrontalia in einem Punkt in Kontakt.

Bei den Jungen war

im linken Uterus:

1. 6 — 5 Frontonasale, Frontale, Präfrontalia in Kontakt,
2. 6 — 6 wie Nr. 1.
3. 6 — 6 Frontonasale, Frontale in Kontakt,
4. 6 — 5 wie Nr. 1 und 2;

im rechten Uterus:

5. 6 — 7 Frontonasale und Frontale in Kontakt,
6. 6 — 6 wie Nr. 1,
7. 6 — 6 Frontonasale und Frontale in Kontakt (bei einem Jungen reicht links das Suboculare bis zum Oberlippenrand).

Wenn wir nun die beiden Serien vergleichen, so finden wir folgendes:

Ad *A*. Die Zahl der Supralabialia der Mutter kommt bei zwei von den 7 Jungen vollkommen gleich vor; bei einem weiteren stimmt sie nur links, bei dreien nur rechts überein; nur ein Exemplar (Nr. 5) mit 6 — 5 Supralabialen, hat jederseits eine um 1 niedrigere Zahl. Auffallend verschieden ist aber das Verhältnis der Schnauzenschilder; in dieser Beziehung stimmt nur ein Exemplar (Nr. 2) mit der Mutter überein und eines (Nr. 6) verhält

Fundort	Schuppenreihen	Schuppenkiele	In Kontakt	Breite des hellen Seitenbandes	Hinterbeine erreichen	Supralabialia	Sonstiges
Kodok (Faschoda)	36	3	Fn. und F.	2 Schuppenr.	Ellbogen	6 — 6	
Sobat	36	3	Präf.	3 »	»	6 — 6	Suboculare berührt Lippenrand
Khor Attar	36	3 (5)	Fn., F., Präf.	3 »	Handgelenk	6 — 7	
» »	36	3 (5)	Präf.	3 »	Achselhöhle	7 — 7	
» »	36	3—5 (6)	Fn. und F.	3 »	Handwurzel	6 — 6	
» »	36	3 (5)	» » »	3 »	Ellbogen	6 — 7	
» »	36	3—5	» » »	2 »	Handwurzel	7 — 6	(trächtig)
» »	36	3—7	Fn., F., Präf.	2 »	»	6 — 5	(trächtig)
» »	34	3	Fn. und Präf.	2 »	Ellbogen	6 — 6	Suboculare erreicht rechts Lippenrand
» »	34	3	Fn. und F.	3 »	Fingermitte	6 — 6	
» »	34	3	Fn., F., Präf.	3 »	Ellbogen	6 — 6	
» »	34	3	» » »	3 »	Handwurzel	5 — 6	
Mongalla	34	5 (6)	Fn. und F.	2 »	»	6 — 7	rechts kein Nuchale
»	34	5 (6)	» » »	2 »	»	5 — 6	
»	36	5—9	» » »	2 »	»	6 — 6	
»	36	3 (5)	» » »	2 »	»	6 — 6	
»	36	5 (7)	» » »	3 »	Ellbogen	6 — 6	
»	37	5 (3—7)	Präf.	3 »	»	5 — 6	

sich indifferent, während bei fünf Exemplaren das im allgemeinen seltenere Verhältnis der sich berührenden Präfrontalia hervortritt.

Ad *B.* Die Zahl der Supralabialen der Mütter kommt wieder bei zwei Jungen vollkommen übereinstimmend vor; bei allen übrigen findet sie sich links, bei keinem weiteren aber rechts wieder; am weitesten entfernt sich Nr. 5 mit 7 Supralabialen vom mütterlichen Typus. Was die Schnauzenschilder anbelangt, so sind fünf Exemplare wie die Mutter, bei zweien ist das leicht davon ableitbare Kontaktverhältnis von Frontonasale und Frontale zu bemerken.

Während bei *A* keines der Jungen in Bezug auf beide in Betracht gezogenen Merkmale mit der Mutter übereinstimmt, ist dies bei *B* in zwei Fällen zu beobachten (Nr. 1 und 5).

In der vorstehenden Tabelle soll die Variabilität innerhalb dieser Spezies gezeigt werden.

Aus dieser Tabelle ergibt sich die Bestätigung der Ansicht Tornier's, daß *Mabuia chimbana* Blngr. mit *striata* identisch ist; aus dem nördlichen Sudan liegen mir Exemplare mit den Schuppenzahlen der *chimbana* und den Schuppenkielen der *striata*, aus dem nördlichen außer echten *chimbana* auch solche mit *striata*-Schuppenreihen und *chimbana*-Schuppenkielen vor.

Im Magen von Exemplaren aus Mongalla fanden sich Arbeiter von Termiten, Käfer und Käferlarven.

Lygosoma Gray.

L. laeviceps Peters.

Peters, Mon. Ber. Ak. Wiss. Berlin, 1874, p. 371, Taf., Fig. 3.
Boulenger, Ann. Mus. Genova (2), XVII, 1897, p. 278.

Bahr-el-Ghazal (A. L. Butler). Ursprünglich aus Brava in Ostafrika beschrieben, seither mehrfach in Somaliland gefunden.

Scincus Laur.

S. officinalis Laur.

Boulenger, l. c., p. 391 und Trans. Zool. Soc. 1891, p. 137.
Anderson, l. c., p. 205, Taf. XXVII.
Doumergue, l. c., p. 219, Taf. XVII, Fig. 2.

Bara, Kordofan (A. L. Butler). Außerdem in der ganzen Sahara von Algerien bis Ägypten.

Scincopus Ptrs.

S. fasciatus Ptrs.

Peters, Mon. Ber. Ak. Wiss. Berlin, 1864, p. 45.
Strauch, Bull. Ac. St. Petersburg, X, 1866, p. 459.
Boulenger, l. c., p. 390, und Trans. Zool. Soc., XIII, 1891, p. 137.
Anderson, l. c., p. 201, Taf. XXVI.
Doumergue, l. c., p. 217, Taf. XVII, Fig. 1.

Khartoum (Strauch), Suakin (Anderson), Bara, Kordofan (A. L. Butler). Sahara von Westalgerien bis zum Roten Meer.

Chalcides Laur.

Ch. ocellatus Laur.

Boulenger, l. c., p. 400 und Trans. Zool. Soc. 1891, p. 138.
Anderson, l. c., p. 210, Taf. XXVIII, Fig. 1.
Peracca, l. c., p. 3.
Del Prato, Vert. Col. Eritr., p. 47.
Boettger, Zool. Anz. 1893, p. 4.
Doumergue, l. c., p. 233, Taf. XVIII, Fig. 1 bis 2.

Wadi Halfa, Suakin, Durrur, Tokar (Anderson), Khartoum; Mogatta, Atbara (A. L. Butler).

Die Khartoumer Exemplare gehören, wie auch die ägyptischen, dem Typus an und besitzen 26 Schuppenreihen um die Rumpfmitte.

Außerdem in ganz Nordafrika bis zur Sahara, in Syrien, Süd-Kleinasien, Cypern, Rhodus, Kreta, Attica, Sicilien, Sardinien, Malta, Linosa, Lampedusa, Arabien, Persien, Sind.

Ch. delislii Lat.

Lataste, Journ. Zool., V, 1876, p. 238, Taf. X.
Anderson, l. c., p. 223, Taf. XXVIII, Fig. 3.

Suakin, Durrur (Anderson).

Rhiptoglossa.

Chamaeleontidae.

Chamaeleon Laur.

Ch. basiliscus Cope.

Cope, Proc. Ac. Philad., 1868, p. 316.
Boulenger, l. c., p. 446; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 552,
Anderson, l. c., p. 230, Taf. 31.
Werner, Prodr. Monogr. Chamael., in: Zool. Jahrb. Syst., XV, 3, 4, 1902, p. 334.
Peracca, l. c., p. 4.
Del Prato, Vert. Col. Eritr., p. 48.
Kammerer, l. c., p. 84, 135.

Tokar, Suakin, Wadi Halfa (Anderson); Khartoum (A. L. Butler); Geteina (Butler); Giaur-el-Nebije (Kammerer); Kawa (Kammerer).

Außerdem in Ägypten, Abessynien und Somaliland; die Fundortsangabe »Gabun« scheint sich nicht als glaubwürdig herausgestellt zu haben, weil Boulenger diese Art in seiner Liste der Gabun-Reptilien (Proc. Zool. Soc. London, 1900) nicht erwähnt. Es bleibt als weit entfernter Fundort nur der von Asaba am oberen Niger übrig.

? Ch. calyptratus A. Dum.

A. Duméril, Arch. Mus., VI, p. 259, Taf, XXI, Fig. 1.
Anderson, l. c., p. 228, Taf. 30 und Textfig.

Dieses Chamäleon soll vom Nil stammen; es ist seitdem von Yemen bekannt geworden. Wenn die Fundortsangabe wirklich richtig ist, so möchte ich die Art etwa in Dongola vermuten; doch scheint es mir unwahrscheinlich, daß ein so auffallendes Tier nicht wieder im Sudan aufgefunden worden wäre, wenn es tatsächlich daselbst vorkäme.

Ch. gracilis Hall.

Boulenger, l. c., p. 448; Proc. Zool. Soc. London, 1895, p. 535, 1906, p. 215; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 10.
Werner, l, c., p. 336, Taf. 18.
Boettger, Zool. Anz., XVI, 1893, p. 116.
Mocquard, Mém. Soc. Philom., Paris 1888, p. 112.

Gemein bei Gondokoro, jedoch nördlich davon nicht angetroffen. Im Mus. Genua durch ein Exemplar vom Blauen Nil vertreten (wohl vom Oberlauf).

Dieses Chamäleon ist sehr robust und widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse. Von dieser Art habe ich vier Exemplare lebend nach Wien gebracht, wo sie bis zum Herbst am Leben bleiben, sich durch außerordentliche Gefräßigkeit auszeichneten und sogar tote Heuschrecken verzehrten. Sein Farbenwechselvermögen ist viel größer als das der vorigen Art, der Farbenwechsel geht auch viel schneller vor sich, so daß man bei Beobachtung einer größeren Zahl von Exemplaren mit dem Notieren kaum nachkommt. Ich gebe hier meine Notizen über fünf Exemplare, die gleichzeitig am Nachmittage des 10. März beobachtet wurden.

Erstes Exemplar: Dunkelgraugrün, Haut zwischen den Schuppen des Kehlsackes orangerot, Lippenränder ähnlich, aber mehr gelb; später mit dunklen Flecken am ganzen Körper, dabei Aufhellung zu Olivengrün.

Zweites Exemplar: Gelbgrün, dunkel punktiert, Kehlsack gelb, Haut zwischen den Kehlschuppen rot; dann olivengrün mit deutlichen, dunklen Querbinden und Punkten; dann mehr grasgrün mit gelblichem Seitenband.

Drittes Exemplar: Grünlichgrau, Querbinden rotbraun, Seitenstreifen weiß, außerdem dunkle Flecken; Kehlsack wie voriges Exemplar.

Viertes Exemplar: Dunkelgrau mit noch dunkleren Querbinden; dann graubraun mit dunkelbraunen Querbinden.

Fünftes Exemplar: Graugrün mit rein grünen Flecken und Querbinden; der (untere) Seitenstreifen und der wischartige Rest des oberen fast rosenrot; dann dunkel punktiert.

Ein am 9. März (nähere Daten siehe bei *Ch. laevigatus*) beobachtetes Exemplar war grasgrün mit olivengrünen Flecken;

der untere Seitenstreif war gelb, der wischartige Rest des oberen (von der Achsel schief nach aufwärts und hinten) ebenso gefärbt; gereizt zeigte es Gelbfärbung der Kehle, mit orangeroten Flecken, dunkelgrüne Querbinden des Rückens sowie dunkle, zahlreiche Punkte; dann Färbung grüngelb und Querbinden rotbraun.

Der wesentlichste Unterschied beim Farbenwechsel der beiden Gondokoro-Chamäleons liegt darin, daß bei *Ch. laevigatus* namentlich die beiden Längsstreifen der Körperseiten (niemals aber Querbinden) hervortreten, während bei *gracilis* gerade die dunklen Querbinden in den meisten Fällen sichtbar werden.

Das von Tornier in der Arbeit »Bau und Betätigung der Kopflappen und Halsluftsäcke bei Chamäleonen« (Zool. Anz. Anat., XXI, 1, 1904) erwähnte und abgebildete *Chamaeleon gracilis* ist jedenfalls nicht diese Art, sondern *dilepis*; *Ch. gracilis* besitzt keine Kopflappen; ich habe bei 30 gleichzeitig in Gondokoro lebend gehaltenen Exemplaren von *Ch. gracilis* nie auch nur annähernd ähnliches beobachtet, auch bei gereizten Tieren. Die Länge der von mir mitgebrachten Exemplare beträgt nicht über 30 *cm*.

Ch. laevigatus Gray.

Gray, Proc. Zool. Soc. London, 1863, p. 95; 1864, p. 471.
Tornier, Kriecht. Deutsch-Ostafrikas, p. 55 (*senegalensis* var.), und Zool. Jahrb. Syst., XIII, 6, 1900, p. 603, Fig. *E, F.*
Günther, Ann. N. H. (6), XV, 1895, p. 524.

Diese Art wurde von Petherick 500 Meilen südlich von Khartoum entdeckt. Ich erhielt ein Exemplar am unteren Sobat von Rev. Mac Laughlin und zahlreiche bei Gondokoro. A. L. Butler fand die Art am Bahr-el-Ghazal. Tornier führt die Art von Kawirondo, Karagwe, Uhehe und vom Kenia an, Günther von Kawirondo und vom Fuß des Ruwenzori.

Das *Ch. laevigatus* ist stets kleiner, auch zarter und hinfälliger als *Ch. gracilis*. Von ersterer Art konnte ich auch kein Exemplar lebend nach Europa bringen.

Die Färbung dieses Chamäleons ist eine prächtig hellgrüne, mit zwei grünlichweißen Längsstreifen an den Körperseiten;

im gereizten Zustande läßt es auch die orangerote Haut zwischen den Schuppen des Kehlsackes sehen, ebenso zeigen sich auch noch dunkelgrüne Flecken an den Rumpfseiten, die hellen Seitenstreifen werden breiter, es tritt auch je ein heller, horizontal über die Schläfen und schief zum Mundwinkel ziehender Fleck auf. Weitere Veränderungen konnte ich an dieser Art nicht beobachten, als daß die Seitenbinden statt grünlichweiß hellgelb waren.

Das Sobat-Chamäleon zeigte am 9. März (1^h 30^m nachmittags, Temperatur, wie gewöhnlich um diese Zeit, 39·5° C. im Schatten) folgende Färbung: Grauschwarz, dann graugrün, mit bräunlichweißem (oberen) Seitenband und ebensolchen Flecken; dann zahlreiche runde, dunkle Flecken (auf Laub hellgraugrün mit schwarzen Flecken).

Mein längstes Exemplar mißt 23 *cm* (13+10), das von Sobat 21 (12+9).

Ophidia.

Typhlopidae.

Typhlops Schn.

T. punctatus Leach.

Boulenger, Cat. Snakes, I, p. 42 (1893).

Lado (leg. Emin-Pascha).

Das von Boulenger verzeichnete Exemplar gehört der var. *A. a.* (mit 30 Schuppenreihen um die Rumpfmitte und gelbem Mittelpunkte der Schuppen) an. Die Art ist namentlich in Westafrika von Gambia bis Angola verbreitet und findet sich in Zentralafrika noch im Monbuttu-Gebiete (leg. Emin-Pascha).

T. schlegelii Bianc.

Boulenger, l. c., p. 44.

Lado (Emin-Pascha), Gondokoro 13. März (Werner).

Diese sonst noch im südöstlichen Afrika vorkommende Art wurde von mir in einem 152 *mm* langen Exemplare von Gondokoro mitgebracht. Trotz der geringeren Zahl der Schuppenreihen (36) glaube ich mich berechtigt, dieses Exemplar zu obiger Art zu stellen, von welcher es sich noch durch etwas stumpfere Kante der Schnauze unterscheidet. Oberseite dunkelbraun; die Kopfschilder haben gelbliche Hinterränder und auch die Rumpfschuppen sind hinten fein heller gerändert, was aber auf den Gesamteindruck der Färbung keinen Einfluß hat. Unterseite gelb. Durchmesser etwa 24mal in der Totallänge enthalten.

Glauconiidae.

Glauconia Gray.

G. cairi (DB.).

Anderson, l. c., p. 233, Fig. 9, und Taf. XXXII, Fig. 1.
Boulenger, Cat. Snakes, I, p. 65, und Ann. Mag. N. H. (6), VI, 1895, p. 92.
Flower, Proc. Zool. Soc. London, 1900, p. 967.
Kammerer, Wochenschr. Aq. Terr. Kunde, III. 1906, p. 210.

Khartoum (leg. Kammerer, Butler); Weißer Nil (Flower); Durrur bei Suakin (Anderson); Blauer Nil (Flower).

Sonst noch in Ägypten und Abessynien (Kapt. Citerni, 1904; Harrar nach Boulenger, Ann. Mag. N. H. [7], XVIII, 1906). Insel Dahalak im Rothen Meer (Steindachner, Exp. »Pola«, Zool. XVII, p. 333).

G. macrorhynchus (Jan).

Boulenger, l. c., p. 61 und 92.
Jan, Icon. Gén., p. 39, Lief. 1, Taf. V, VI, Fig. 12, 1864.

Nubien.

Sonst noch am Euphrat (?) und in Algerien (Biskra; = *algeriensis* Jacquet, Bibl. Anat., IV, p. 79).

G. dissimilis (Boc.).

Boulenger, l. c., p. 70.
Bocage, Jorn. Soc. Lisboa, XI, 1886, p. 174.

Weißer Nil (Bocage; leg. Peteani de Steinberg).

Boidae.

Python Daud.

P. Sebae Gmel.

Boulenger, l. c., p. 86; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 20.
Flower, l. c., p. 967.
Del Prato, Vert. Col. Eritr., p. 49.

Diese Schlange, unter dem Vulgärnamen »Assala« bekannt, ist im ganzen tropischen Teil des Sudan anscheinend nicht selten, jedoch nur zur Regenzeit häufiger zu finden. Ich sah eine ganz frische Haut bei Kodok (Faschoda), 8. Februar 1905; im Sudd des Bahr-el-Gebel wurde am 26. Februar ein Exemplar schwimmend angetroffen. Bei Mongalla und Gondokoro waren Häute in allen Dörfern um wenige Piaster erhältlich.

Major Stokes teilte mir mit, daß er in Abessynien ein Exemplar geschossen habe, welches einen erwachsenen Kronenkranich *(Balearica pavonina)* verschlungen hatte.

Die Assala ist vom Senegal bis Natal und ganz Ostafrika bis nach Faschoda verbreitet; die Angabe »South of Khartoum« bei Boulenger für ein von Petherick gesammeltes Exemplar soll wohl nicht mehr als das Vorkommen am Weißen Nil, nicht aber etwa in unmittelbarer Nähe der Stadt, im Wüstengürtel besagen.

P. regius Shaw.

Boulenger, l. c., p. 88.
Werner, Verh. zool. bot. Ges., Wien, 1899, p. 145.

Nach einer Mitteilung von Kapt. Flower brachte A. L. Butler eine Haut dieser Art vom Gazellenfluß mit. Sie war bisher nur von Westafrika (Senegal bis Sierra Leone) bekannt. Nach meinen Erfahrungen lebt sie ausschließlich von kleinen Nagern bis Rattengröße.

Eryx Daud.

E. thebaicus Reuss.

Boulenger, l. c., p. 125; Proc. Zool. Soc. London, 1896, p. 216; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 20, 552, 1898, p. 720.
Anderson, l. c., p. 236, Taf. XXXII, Fig. 2.

Suakin, Tokar und Durrur (Anderson); Sennaar? (Jan); Bahr-el-Ghazal (A. L. Butler).

Außerdem in Oberägypten, Somaliland und Britisch-Ostafrika.

E. jaculus (L.).

Boulenger, l. c., p. 125 und Trans. Zool. Soc. 1891, p. 143.
Anderson, l. c., p. 240, Taf. XXXIII und XXXIII *A*.
Doumergue, Erpét. Oranie, p. 255, Taf. XX, Fig. 1 *a*.

Dongola (Gordon College, Zool. Kollektion).

Sonst noch im ganzen Wüstengebiete von Nordafrika, in Syrien, Kleinasien, Persien, Afghanistan, Transcaspien, Turkestan; auch bei Konstantinopel, in Rumänien und Griechenland.

E. muelleri (Blngr.).

Müller F., Verh. nat. Ges. Basel, VI, 1878, p. 650 (*jaculus* var.).
Boulenger, l. c., p. 128, und Ann. Mag. N. H. (6), IX, 1892, p. 74 *(Gongylophis)*.

Außer dem Fundorte der Type dieser Art (Sennaar) kenne ich noch einen weiteren: Bara (Kordofan), wo Mr. Butler, Superintendent des »Game Preservation Department« in Khartoum ein Exemplar sammelte, welches ich in Khartoum identifizieren konnte. Es ist ein ♂ mit folgender Schuppenformel:

Sq. 45, V. 177, Sc. 22

(Type: V. 181, Sc. 19; das von Müller beschriebene Exemplar hat 187 Ventralen, 16 Subcaudalen) Supralabialia 10 — 10; um das Auge 9 bis 10 Schildchen.

Kopf graubraun, gelbbraun gewölkt; Oberseite sonst weißlich, mit großen, unregelmäßigen, dunklen Flecken.

Colubridae.

Colubrinae.

Tropidonotus Kuhl.

T. olivaceus (Ptrs.).

Boulenger, l. c., p. 227, und Proc. Zool. Soc. London, 1906, p. 216.
Flower, l. c., p. 967.
Kammerer, Wochenschr. Aq. Terr.-Kunde, III, 1906, p. 108.

Zwei kleine Exemplare aus dem Sudan befinden sich in der zoolog. vergl. anatom. Sammlung der Wiener Universität (Nr. 429); auch Flower fand sie in Bahr-el-Gebel; Petherick sammelte sie ebenfalls »South of Chartoum«, Kammerer bei Duem. Die Exemplare der Wiener Universitätssammlung sind von Marno gesammelt worden.

Sq. 19, V. 145, 142, Sc. 63/63 + 1? Das hintere obere Temporale liegt über drei hintereinanderliegenden unteren. Ocularia 1, 3, Supralabialia 8 (4, 5).

Sonst noch weit im tropischen Afrika verbreitet; wie das kleinere der beiden oben erwähnten Exemplare erwies, ernährt sich diese Art nach Art ihrer Verwandten mit Fröschen; der im Magen gefundene Frosch gehört der Gattung *Phrynobatrachus* an, welche am Nil bis gegenüber Duem vordringt.

Boodon DB.

B. lineatus DB.

Boulenger, l. c., p. 332, und Proc. Zool. Soc. London, 1895, p. 536; 1896, p. 216; Ann. Mus. Genova, 1891, p. 13; 1895, p. 13; 1896, p. 20, 553; 1898, p. 720.

Peracca, Boll. Mus. Torino, XIX, 1904, Nr. 467, p. 4.

Werner, Verh. Zool. bot. Ges. LII, 1902, p. 334 (var. *plutonis*).

Boulenger erwähnt diese Art von Lado (leg. Emin-Pascha); ein Exemplar aus dem Sudan befindet sich in der zoolog. vergl. anatom. Sammlung der Wiener Universität; zwei weitere (aus Duem und vom Sobat) in der zoologischen Sammlung des Gordon College in Khartoum; schließlich erhielt ich ein Exemplar (♂) in Mongalla; dasselbe ist oberseits einfarbig dunkel grünlichgrau, unterseits gelblichweiß, stark glänzend; Oberlippe und Kehle rötlichbraun. Totallänge 640 *mm*; Schwanzlänge 100 *mm*.

Schuppenformel: Sq. 31, V. 212, A. 1, Sc. 57/57 + 1; Oberlippenschilder 8 (4, 5); 2 Prä-, 2 Postocularia; Temporalia 1 + 2; 3 Sublabialia berühren die vorderen Kinnschilder. Parietalia länger als das Frontale, dieses länger als sein Abstand von der Schnauzenspitze. Durch die Färbung und den Besitz von zwei Präocularen entspricht es meiner var. *plutonis* aus Französisch-Guinea.

Das Exemplar des Wiener Museums (Nr. 437) gehört der gestreiften Form an. Sq. 29, V. 227, A. 1, Sc. 44/44+1; Supralabialia 8 (4, 5); 2 Prä-, 2 Postocularia; Temporalia 1+1; Totallänge 885 *mm*; Schwanzlänge 97 *mm*.

Im tropischen und südlichen Afrika weit verbreitet und häufig. Es ist eine bemerkenswerte Tatsache, daß diese und verwandte Schlangen fast überall, wo sie vorkommen, als sehr giftig gefürchtet werden. Auch im Sudan, wo sie als »Jaggar«-Schlange bekannt ist, ist dies der Fall (siehe auch: Werner, in: Verh. Ges. Wien, 1899, p. 136 [*Bothropthalmus*]; Maclaud et Mocquard, Notes sur quelques Ophidiens de Conakry. Bull. Mus. Paris, 1896 [*Boodon lineatus*]; Barboza du Bocage, Mammiferos, Aves e Reptis da Hanha, no sertão de Benguella. Segunda Lista, J. Sci. Lisboa (2), IV, p. 209 [*Boodon lineatus* var. *angolensis* Boc.]).

Simocephalus Gthr.

S. butleri Blngr.

Boulenger, Ann. Mag. N. H. (7), XX, 1907, p. 489, 490.

Zwischen Wau und Chak-Chak, Bahr-el-Ghazal-Provinz (leg. A. L. Butler). Das einzige bekannte Exemplar ist 400 *mm* lang (Schwanz 55 *mm*).

Aus der Gattung *Simocephalus* sind erst zwei ostafrikanische Arten (*S. chanleri* Stejn. und *nyassae* Gthr.) bekannt gewesen, von denen die erstere mit *S. butleri* in der Dreizahl der Postocularia übereinstimmt. Die übrigen sieben Arten sind erst aus Westafrika bekannt. Die Unterscheidung kann auf folgende Weise geschehen (vergl. Boulenger, Cat. Snakes, I, p. 345).

1. Frontale nur sehr wenig kürzer als Parietalia (2 Postocularia) .... *S. capensis* Smith. (Süd- und Südwestafrika).

   Frontale viel kürzer als Parietalia 2.

2. Postocularia: drei ..... 3.

   Postocularia: zwei ..... 4.

   Postoculare: eines ..... 7.

3. Internasalia wenig breiter als lang, zwei Dritteln der Präfrontalia in der Länge gleichkommend; Frenale so lang wie hoch ..... *S. chanleri* Stejn. (Lamu, Ostafrika) (Proc. U. S. Nat. Mus., XVI, 1894, p. 726).

   Internasalia $1^1/_2$mal so breit wie lang, halb so lang wie die Präfrontalia; Frenale höher als lang ..... *S. butleri* Blngr.

4. Drei Oberlippenschilder berühren das Auge ..... *S. guirali* Mocq. (Guinea, Kamerun; 1 Ex. von letzterem Fundort im Mus. Dresden).

   Zwei Oberlippenschilder berühren das Auge 5

5. Schuppen in 17 Reihen; Temporalia 2+3 ..... *S. crossii* Blngr. (Niger) (Ann. N. H. [6], XVI, 1895, p. 33).

   Schuppen in 15 Reihen; Temporalia 1+2 6

6. Frenale vorhanden; Subcaudalia 75 oder mehr Paare ..... *S. poënsis* Smith. (Westafrika).

   Frenale fehlt; Subcaudalia 59 Paare ..... *S. phyllopholis* Wern. (Kamerun) (Zool. Anz. XXIV, 1901, p. 301).

7. Auge viel größer als das Nasenloch ..... *S. nyassae* Gthr. (Ostafrika).

Auge kaum größer als das Nasenloch ..... *S. stenophthalmus* Mocq. (Guinea).

Zamenis Wagl.

Z. florulentus (Geoffr.).

Boulenger, l. c., p. 402.
Anderson J., l. c., p. 256, Taf. XXXVII, Fig. 1.

Wadi Halfa, Tokar (Anderson); Khartoum (Werner); Sennaar (Anderson); Roseires (Flower).

Diese Schlange ist bei Khartoum, beziehungsweise in der Stadt selbst in Gärten nicht selten; weiter südlich am Weißen Nil scheint sie nicht mehr vorzukommen. Meine beiden Exemplare stammen aus dem Garten des Hotels in Khartoum, das in der Sammlung des Gordon College wurde im Gordon College selbst gefangen. Schuppenformel: Sq. 21, V. 194 bis 195, A. 1/1, Sc. 93/93+1, 91/91+1. Supralabiala 9 (5, 6). 4 bis 5 Sublabialia berühren die vorderen Kinnschilder. Temporalia 2+2 (bei dem einen Exemplar 1/1+1+1/1).

Außerdem kommt *Z. florulentus* noch in Ägypten häufig vor.

Ein Exemplar aus Roseires (S. S. Flower, 6. Dezember 1900), mit typischer Kopfzeichnung, graugefleckten Oberlippenrändern, sonst oberseits einfarbig olivengrau, hat die Schuppenformel: Sq. 21, V. 207, A. 1/1, Sc. 88/88+1. Supralabialia nur 8 — 8, Temporalia 1+2, 1+3.

Z. diadema (Schleg.).

Boulenger, l. c., p. 411 und Trans. Zool. Soc. 1891, p. 148.
Anderson, l. c., p. 267, Taf. XXXVIII.
Doumergue, l. c., p. 277, Taf. XX, Fig. 8*a*.

Dongola (Zool. Mus. Gordon College); Suakin, Durrur Anderson); Khartoum (Flower). Weiterhin in Ägypten und sonst noch in Nordafrika bis Ostalgerien; ferner in Syrien, Arabien, Persien, Afghanistan, Beludschistan sowie im nordwestlichen Vorderindien.

Lytorhynchus Ptrs.

L. diadema (DB.).

Boulenger, ll. cc., p. 415 und 145.
Anderson, l. c., p. 271, Taf. XXXVII, Fig. 3.
Peters, l. c., p. 272.
Doumergue, l. c., p. 268.

Sennaar (Hartmann). Weiterhin im größten Teil von Nordafrika, von Algerien bis Ägypten, in Syrien, Arabien und Persien.

Chlorophis Hall.

Ch. emini (Gthr.).

Boulenger, Cat. Snakes, II, p. 92.
Flower, Proc. Zool. Soc. London, 1900, p. 967.
Andersson, Res. Swed. Zool. Exp. Nr. 4, p. 3.

500 Meilen südlich von Khartoum (Petherick); Bahr-el-Gebel (Flower); Khartoum (Andersson); außerdem Monbuttu (Emin-Pascha).

Ch. irregularis (Leach), (Taf. III, Fig. 5*a*, *b*).

Boulenger, Cat. Snakes, II, p. 96.

Bahr-el-Gebel bei Hellet-Nuer, 4. April 1905 (Werner).

Das von mir gesammelte Exemplar, ein ♂ von etwa 700 *mm* Totallänge (Schwanz etwa 210 *mm*) verdient den Artnamen reichlich in Bezug auf seine Kopfbeschilderung und zeigt, wie so viele andere aus dieser Gattung, die mir bisher durch die Hände gegangen sind, die Unzulänglichkeit der gegenwärtigen Artunterscheidung. Von der bisher einzigen, aus dem Sudan bekannten *Chlorophis*-Art, *Chl. emini* Gthr., unterscheidet sich das Exemplar durch die deutlichen Bauchkanten, die geringere Zahl von Subcaudalen und die Zahl der ans Auge anstoßenden Supralabialia; von *irregularis* durch die Zahl der Temporalia, von *heterolepidotus* durch die Zahl der Ventralen und Sub-

caudalen und den ziemlich robusten Körperbau, endlich von *neglectus* durch die Zahl der Supralabialia.

Die Schuppenformel des Exemplars ist: V. 161, A. 1/1, Sc. 94/94+1, Supralabialia 7 (4,5), 8 (3,4,5); Temporalia 1+1; Sublabialia 4 — 5. Die Supralabialenzahl der linken Seite ist nachweisbar sekundär durch Halbierung des zweiten, Verschmelzung des vierten und fünften einerseits, des siebenten und achten andrerseits entstanden; bei *neglectus* ist das dritte und vierte Supraoculare am Auge, wenn 7 Supralabialia vorhanden sind und es sind 8 vorhanden, wenn, wie in unserem Falle, das vierte und fünfte an das Auge stößt.

Wenn wir also nach der Zahl der Supralabialia auf der linken Seite bestimmen, so kommen wir auf die rein ostafrikanische Art *Chl. neglectus*, nach der Zahl auf der rechten Seite aber auf *irregularis*. Ich glaube aber, daß die Stellung zu letztgenannter Art am besten zu rechtfertigen ist; auch die Färbung: grasgrün, mit weißen und schwarzen Flecken auf den Schuppenrändern und schwarzer Interstitialhaut, paßt genau auf Boulenger's Beschreibung von *irregularis*.

Die Art ist über das ganze tropische Afrika verbreitet, doch wird sie in Ostafrika weit seltener angetroffen als *neglectus*.

In Anbetracht der außerordentlichen Variabilität der Oberlippen- und Schläfenschilder kann ich mich der Anschauung nicht enthalten, daß diejenigen bisher unterschiedenen Arten, deren wesentlichste Charaktere in der Zahl und Stellung dieser Schilder liegen, zu einer und derselben Art gehören und daß wir hier wahrscheinlich ein schönes Beispiel von sprunghafter Artenbildung vor uns haben.

Chlorophis lebt im Schilf- und Papyrusdickicht des oberen Nils. Das von mir erbeutete Exemplar fiel in das Beischiff (Sandal) unseres Dampfers, als derselbe den engen Schiffahrtskanal im unteren Bahr-el-Gebel durchfuhr, wobei die Sandals hart an den Papyrus streiften. Ein zweites Exemplar entkam schwimmend. Aus der Lebensweise dieser Schlange ergibt sich somit, daß sie nicht bei Khartoum einheimisch sein kann, wie Anderson angibt, sondern dorthin mit einem Dampfer verschleppt worden ist.

Philothamnus Smith.

Ph. semivariegatus Smith.

Boulenger, Cat. Snakes, II, p. 99; Proc. Zool. Soc. London, 1906, p. 216; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 20; 1898, p. 720.
Andersson, Res. Swed. Zool. Exp. Nr. 4, p. 3.

Gondokoro (Werner); Bahr-el-Ghazal (A. L. Butler). Außerdem im ganzen tropischen und südlichen Afrika.

Ein Exemplar von 790 *mm* Länge (davon 255 *mm* auf den Schwanz) wurde mir in Gondokoro gebracht. V. 188, A. 1/1, Sc. 125/125+1; Oberlippenschilder 9 (4, 5, 6), Temporalia 2+2; Frenale fehlt beiderseits. Keine dunklen Querbinden.

Der Fundort »Khartoum« bei Andersson ist sehr anzuzweifeln; durch den Dampferverkehr, namentlich durch das zum Heizen der Dampfer geschlagene Akazienholz werden die Schlangen und Skorpione des oberen Nils bis Khartoum verschleppt (siehe auch *Chlorophis*).

Scaphiophis Ptrs.

S. albopunctatus Ptrs.

Peters, Mon. Ber. Ak. Wiss. Berlin, 1870, p. 645, Taf. I, Fig. 4.
Fischer, Jahrb. Hamb. Wiss. Anst., II, 1885, p. 100, Taf. III, Fig. 6.
Boulenger, Cat. Snakes, II, p. 254.

Diese anscheinend seltene Schlange wird für den oberen Nil angeführt und findet sich ansonsten von der Guineaküste und dem Congo bis Abessynien. Ich habe kein Exemplar aus dem hier behandelten Gebiete gesehen. Die Gattung hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der opisthoglyphen, gleichfalls afrikanischen Gattung *Ramphiophis*.

Dasypeltis Wagl.

D. scabra (L.).

Boulenger, l. c., p. 353.
Anderson J., p. 278, Taf. XXXIV, Fig. 3; Taf. XXXIX.

Über die Anatomie dieser merkwürdigen Schlange hat uns Kathariner (Zool. Jahrb. Syst. Anat., XI, 1898, p. 501,

Taf. XLI) unterrichtet. Die Art und Weise, wie sie ihre aus Vogeleiern bestehende Nahrung verschlingt, in der Speiseröhre mit Hilfe der diese durchbohrenden unteren Dornfortsätze der vorderen Rumpfwirbel zerdrückt und die Schalen, welche den auf die Speiseröhre folgenden verengten Teil des Darmkanals nicht passieren können, wieder durch den Mund auswirft, ist durch Miß Edith Durham (Proc. Zool. Soc. London, 1896, p. 715, Taf. XXXII) sowie durch Nesbit und Vaillant (1898) geschildert und abgebildet worden. Diese Natter, welche im tropischen und südlichen Afrika weit verbreitet und nicht selten ist, wurde auch in Sennaar gefunden; in letzterer Zeit wurde ihre Anwesenheit in Ägypten, die schon von Gasco 1876 signalisiert war, durch Anderson, der sie in Fayum wieder auffand, sichergestellt.

Dipsadomorphinae.

Tarbophis Fleischm.

T. obtusus Rss.

Boulenger, Cat. Snakes, III, p. 52; Ann. Mus. Genova, 1895, p. 15; 1896, p. 20, 553; 1898, p. 721.
Andersson, l. c., p. 4.
Anderson J., l. c., p. 283, Taf. XXXIV, Fig. 4.
Peters, l. c., p. 274 *(Telescopus)*.
Boettger, Zool. Anz., XVI, 1893, p. 119 *(Telescopus)*.

Khartoum, in Gärten; Gandoa (Coll. Gordon College); Bishagrah, Sennaar (Hartmann).

Sq. 21, V. 245, 225 (?). A. 1/1, Sc. 75/75, 88/88+1. Supralabialia 9 — 10 (4, 5, 6); Sublabialia 3, 3 — 4.

Außerdem in Ägypten, Somaliland und Erythräa.

Diese Schlange lebt von Mäusen und Vögeln.

Leptodira Gthr.

L. hotamboeia (Laur.) (Taf. III, Fig. 7 *a*, *b*).

Boulenger, l. c., p. 89.
Peters, l. c., p. 274 *(Crotaphopeltis rufescens)*.

Gondokoro (Werner); ?Sennaar (Hartmann); ?Sobat (Gordon College).

Ich kann von dieser Art zwei Formen unterscheiden, die sich schon bei flüchtiger Betrachtung erkennen lassen. Die nördliche Form charakterisiert sich durch den schmäleren Kopf, das Fehlen der für die Art sonst so charakteristischen dunklen Postocularbinde, die dunkelgraubraune, fast schwarzbraune Färbung der Oberseite und die gelbgefärbten äußersten Schuppenreihen, während die südliche, bei Gondokoro vorkommende den Typus der Art repräsentiert und durch breiten, hinter den Augen backenartig aufgetriebenen Kopf, deutliche Postocularbinde, hellgraubraune Oberseite mit zahlreichen, weißen Stricheln (Schuppenränder) und Fehlen der gelben Bauchrandfärbung ausgezeichnet ist. In der Beschuppung weichen beide Formen kaum voneinander ab; nur die Zahl der Kinnschilder ist bei der nördlichen größer (4 bis 5 Paare) als bei der südlichen (3 Paare). Die Kopflänge von der Schnauzenspitze zum Hinterrand der Parietalia verhält sich zur Breite der letzteren wie 1·54 bis 1·68 : 1 bei der südlichen Form,[1] wie 1·87 : 1 bei der nördlichen.

Schuppenformel:

Khor Attar... Sq. 19, V. 160—170, A. 1, Sc. 18/18—41/41+1,
Gondokoro .. Sq. 19, V. 172, A. 1, Sc. 45/45+1.

Sublabialia 4—4, 5 – 6 (nördliche Form); 4 — 5 (südliche Form).

Wenn die nördliche Form in ihren Merkmalen sich konstant erweisen sollte, so wäre für sie zumindestens eine subspezifische Trennung angezeigt. Bemerkenswert ist, daß das Präoculare das Frontale nicht berührt. Ich möchte die Form als

L. attarensis (Taf. III, Fig. 6*a*, *b*)

bezeichnen. Leider kann ich nicht angeben, ob die Form von Sennaar und vom Sobat auch hieher gehört, da das

---

[1] Berechnet nach Exemplaren aus Deutsch- und Französisch-Togo, Congo, Cap, Natal, Transvaal und Deutsch-Ostafrika.

Hartmann'sche Exemplar nach Mitteilung von Herrn Prof. Tornier nicht mehr auffindbar ist, das vom Sobat aber damals von mir noch nicht von *hotamboeia* unterschieden werden konnte.

Die afrikanischen *Leptodira*-Arten lassen sich wie folgt leicht unterscheiden:

1. Frenale berührt das Auge (Sq. 17, V. 201—208, Sc. 94—97, T. 1+1+2) ..... *L. duchesnei* Blngr. (Congo).

   Frenale vom Auge durch das Präoculare getrennt 2

2. Ventralen über 200 (Präoculare erreicht nicht das Frontale) 3

   Ventralen weniger als 200 4

3. Subcaudalia 101, Temporalia 1+2 .....
   L. werneri Blngr. (Deutsch-Ostafrika).

   Subcaudalia 59, Temporalia 2+3 .....
   L. pobeguini Mocq. (Franz. Guinea).

4. Präocularia 2, das obere das Frontale erreichend .....
   L. tornieri Wern.[1] (Deutsch-Ostafrika).

   Präoculare 1, das obere vom Frontale durch das Supraoculare getrennt 5

5. Kopf lang, vorn ziemlich zugespitzt, ohne dunkle Schläfenbinde; Kinnschilder 4 bis 5 Paare .....
   L. attarensis Wern. (Sudan).

   Kopf breit, vorn breit abgerundet, mit dunkler Schläfenbinde; Kinnschilder 3 bis 4 Paare .....
   L. hotamboeia Laur. (Afrika).[2]

---

[1] = *L. rufescens* Wern. in: Verh. Ges. Wien, 1895, p. 193 (Usambara).

[2] Gereizt, breitet diese Schlange den Kopf aus wie eine Viperide.

Coelopeltis Wagl.

C. moilensis (Reuss).

Boulenger, l. c., p. 143, und Trans. Zool. Soc. 1891, p. 151 *(producta)*.
Peters, l. c., p. 274 *(Rhagerrhis producta)*.
Anderson, l. c., p. 292, Taf. XL.
Doumergue, l. c., p. 300, Taf. XXII, Fig. 2*a*.

Suakin und Durrur (Anderson); Sennaar (Hartmann); Dongola (Gordon College).

Außerdem von Ostalgerien bis Ägypten, in Arabien und Westpersien in Wüsten.

Rhamphiophis Ptrs.

Rh. rubropunctatus (Fisch.).

Boulenger, l. c., p. 146.
Fischer, Jahrb. Hamb. Wiss. Anst., I, 1884, p. 7, Taf. I, Fig. 3 *(Dipsina)*.
Günther, Ann. Mag. N. H. (6), I, 1888, p. 327.

Gondokoro (Werner); Bahr-el-Ghazal (A. L. Butler).

Das einzige Exemplar dieser seltenen Schlange, welches ich erhielt, ist 385 *mm* lang, wovon 107 *mm* auf den Schwanz entfallen. Die Zahl der Ventralen (218) und Subcaudalen (132 Paare) ist geringer als bei den bisher bekannten Exemplaren (230 bis 241, beziehungsweise 154 bis 160); Präocularia 2; Temporalia 2+4; Supralabialia 8 (4, 5); 5 Sublabialia berühren die vorderen Kinnschilder. Oberseite und Seiten der Ventralen mit kleinen, runden, zahlreichen, rotbraunen Flecken. Diese Art ist bisher nur aus dem Kilimandjaro-Gebiete bekannt gewesen.

Dromophis Ptrs.

D. lineatus (DB.).

Boulenger, l. c., p. 149.
Dumeril und Bibron, Erp. Gén., VII, p. 1124 (1854) *(Dryophylax)*.

Lado (Emin-Pascha). Sonst noch im ganzen tropischen Afrika, vom Niger und von Liberia bis zur Küste von Zanzibar.

Amplorhinus Smith.

A. nototaenia (Gthr.).

Günther, Proc. Zool. Soc. London, 1864, p. 309, Taf. XXVI, Fig. 1 *(Coronella).*
Peters, Mon. Ber. Ak. Wiss. Berlin, 1878, p. 205, Taf. II, Fig. 6 *(Ablabes hildebrandti).*
Boulenger, l. c., p. 125.

Bahr-el-Ghazal (A. L. Butler). Sonst noch in Ostafrika weit verbreitet.

Psammophis Boie.

P. schokari (Forsk.).

Boulenger, l. c., p. 157; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 553.
Anderson J., l. c., p. 295, Taf. XLI bis XLII.
Peters, l. c., p. 274 *(punctata).*
Peracca, l. c., p. 4.
Doumergue, Erpét. Oranie, p. 289, Taf. XXI, Fig. 13*a.*

Suakin, Tokar, Durrur (Anderson); Khartoum (Boulenger); Dongola (Gordon College); Sennaar (Hartmann).

Außerdem in Algerien, Tunesien, Tripolis, Ägypten, Syrien, Arabien, Persien, Baludschistan, Afghanistan und Sind.

Die Exemplare aus Dongola gehören der gestreiften Form (var. A. Blngr.) an.

P. biseriatus Ptrs.

Boulenger, l. c., p. 168, und Proc. Zool. Soc. London, 1895, p. 537; 1896, p. 216; Ann. N. H. (6), XVI, 1895, p. 168; Ann. Mus. Genova, 1891, p. 15; 1896, p. 13, 21, 553; 1898, p. 721.
Boettger, Zool. Anz., XVI, 1893, p. 119.

Ungora, Oberer Nil (Kapt. Speke); Bara, Kordofan (Butler). Im Somali- und Gallaland sowie auch sonst in Ostafrika weit verbreitet.

Das Exemplar von Bara hat folgende Schuppenformel: Sq. 15, V. 165, A. 1/1, Sc. 100/100 + 1. Supralabialia 9 (4, 5, 6). Rostrale ebenso hoch wie breit, Nasale geteilt, Frenale lang und schmal; Präoculare 1, halbgeteilt; Postocularia 2; Temporalia 2+3; Internasalsutur halb so lang wie die präfrontale; Breite

des Frontale zwei Drittel von der eines Supraoculare, Länge etwas größer als die eines Parietale.

Oberlippenrand rotbraun, Oberlippe sonst gelblich; Unterseite des Körpers sehr fein gezeichnet; Oberseite mit grauem, dorsalen Längsband, darauf hellrotbraune, schwarzgeränderte Flecken, zuerst in zwei, dann in einer Reihe. Seitenband rotbraun.

P. sibilans (L.).

Boulenger, l. c., p. 161; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 21, 553.
Anderson, l. c., p. 302, Taf. XLIII, Textfig. 12.

Diese Schlange kommt sowohl in der typischen Form (bei Khartoum, leg. A. L. Butler) als in der var. *irregularis* Fischer (Khor Attar) vor. Ich brachte von dieser großen Schlange drei erwachsene und zwei kleine Exemplare mit.

Schuppenformel:

1. ♂..... V. 184, Sc. 59/59+..., Temporalia 2+2, hinteres Nasale beiderseits horizontal halbiert.
2. ♂..... V. 176, Sc. 95/95+1, Temporalia 2+2, hinteres Nasale auf einer Seite halbiert.
3. ♀..... V. 177, Sc. 96/96+1, Temporalia 2+2.
4. Jung .. V. 170+... (175?), Sc. 94/94+1, Temporalia 2+2.
5. Jung .. V. 182, Sc. 100/100+1, Temporalia 1+2 (1/1+1+1/1).

Färbung:

1. und 3... Hellgraubraun, die Rückenlinie (mittlere Schuppenreihe gelb, dunkel gesäumt) deutlich; Unterseite weiß, nach hinten gelblich.
2. ..... Dunkelbraun, nach hinten heller, gelbbraun, Rückenlinie undeutlich; Unterseite weiß, nach hinten rein gelb.
4. und 5... Rückenlinie deutlich; beiderseits davon ein braunes Rückenband, $3+\frac{1}{2}$ Schuppenreihen breit; dann ein schmäleres, gelbes ($\frac{1}{2}+1+\frac{1}{2}$ Schuppenreihen) und eine breite, braune Lateralbinde ($\frac{1}{2}+1+\frac{1}{2}$ Schuppenreihen), Unterseite gelblichweiß bis gelb.

Diese Natter erreicht eine Länge von 1·5 *m* (Nr. 2, 3) und bewegt sich mit erstaunlicher Schnelligkeit.

Verbreitung: Im ganzen tropischen Afrika sehr häufig. Ein großes Exemplar von *Haliaetus vocifer*, welches mein Reisegefährte Dr. Sassi bei Khor Attar schoß, enthielt Reste dieser Schlange.

Dispholidus Duvern.

D. typus (Smith).

Boulenger, l. c., p. 187; Proc. Zool. Soc. London, 1906, p. 216; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 553; 1898, p. 721.
Boettger, Zool. Anz., XVI, 1893, p. 130.

Gondokoro (Werner).

Diese Schlange lebt daselbst auf den hohen Akazien, in deren Gezweig sie sich mit außerordentlicher Schnelligkeit bewegt. Die gesammelten Exemplare gehören drei verschiedenen Varietäten an. Nördlich von Gondokoro wurde diese Art niemals beobachtet.

Schuppenformel:

1. Ganz grünes Exemplar (♂).... V. 185, Sc. 109/109+1 (var. C. Blngr. = *viridis* Smith).
2. Ganz rotbraunes Exemplar (♀). V. 186. Sc. 105/105+1 (var. A. Blngr.?).
3. Grün mit schwarzer Zeichnung (♂)..... V. 182, Sc. 112/112+1 (var. D. Blngr.).
4. Grün mit schwarzer Zeichnung (♂)..... V. 190, Sc. 113/113+1 (Präfrontalia verschmolzen).
5. Grün mit schwarzer Zeichnung (♂)..... V. 182, Sc. 111/111+1.

Angegriffen, setzt sich diese Schlange energisch zur Wehr, wobei sie den Vorderkörper aufrichtet, den Hals ausbreitet (ähnlich wie dies auch *Coelopeltis moilensis*, *Spilotes pullatus* und andere Schlangen tun) und mit großer Sicherheit nach dem Gegner zielt. Der Biß hat keinerlei schädliche Wirkung.

Sonstige Verbreitung: Süd- und Ostafrika bis Somaliland und Abessynien.

Chilorhinophis n. g. (Taf. III, Fig. 8*a* bis *d*).

Oberkiefer mit drei kurzen, starken, ziemlich stumpfen Zähnen, dahinter, durch einen deutlichen Zwischenraum getrennt, zwei starke, kegelförmige Furchenzähne von doppelter Länge. Kopf klein, nicht vom Hals abgesetzt; Auge klein, mit vertikal elliptischer Pupille; kein Nasale; Nasenloch im ersten Supralabiale; Internasale und Präfrontale verschmolzen; kein Frenale; kein vorderes Temporale, Parietale in Kontakt mit dem vierten Supralabiale; Körper langgestreckt, zylindrisch; Schwanz kurz, am Ende abgerundet. Schuppen glatt, ohne Poren, in 15 Reihen; Ventralen abgerundet; Subcaudalen in zwei Reihen.

Sudan.

Ch. butleri n. sp.

Rostrale dreieckig, etwas höher als breit, von oben deutlich sichtbar. Präfrontale länger als das Frontale, welches sechseckig ist, mit stumpfem Vorder- und spitzem Hinterwinkel. Supraocularia klein, Parietalia länger als das Frontale. Supralabialia 4, das dritte am Auge, das vierte in Kontakt mit dem Parietale; ein Präoculare, ein Postoculare (letzteres kann fehlen). Drei Sublabialia in Kontakt mit den vorderen Kinnschildern, auf welche kein zweites Paar, sondern nur Schuppen folgen. Sq. 15, V. 256, A. 1/1, Sc. 33/33+1.

Kopf und Nacken schwarz, Oberlippe gelb; hinter dem Mundwinkel reicht das Schwarz der Oberseite in Dreiecksform an die Halsseiten herab. Oberseite gelb mit drei schwarzen Längslinien, welche die mittlere und die beiderseits fünften Schuppenreihen einnehmen und kurz vor dem Schwanzende verschwinden. Unterseite einfarbig hellgelb, am Ende des zweiten Schwanzdrittels eine schwarze Querbinde, dahinter die Subcaudalen weiß mit spärlichen schwarzen Punkten.

Totallänge 315 *mm*, Schwanz 20 *mm*, Durchmesser 4 *mm*. Diese kleine Schlange wurde mir von den Eingebornen in Mongalla am 30. März 1905 bereits getötet gebracht. In der Lage des Nasenloches hat die Gattung nicht ihresgleichen.

Die Art ist nach dem um die zoologische Erforschung des ägyptischen Sudan sehr verdienten Superintendenten des Wildschutzdepartements in Khartoum, Herrn A. L. Butler benannt.

Aparallactus Smith.

A. concolor (Fisch.).

Fischer, Jahrb. Hamb. Wiss. Anst., I, 1884, p. 4, Taf. I, Fig. 1.
Boulenger, l. c., p. 257; Proc. Zool. Soc. London, 1906, p. 206; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 21; Ann. Mag. N. H. (6), XVI, 1895, p. 172.
Günther, Ann. Mag. N. H. (6), I, 1888, p. 325.

Lado (Emin-Pascha).

Sonst noch von den Steppen östlich von Izavo (Gregory) und vom Boranland (Donaldson Smith) bekannt, sowie zwischen Matajvi und Lugh, Somaliland (Bottego).

Im Gordon College-Museum befindet sich eine Schlange, die wahrscheinlich mit *Amblyodipsas* am nächsten verwandt ist, sich aber durch das Vorhandensein von Internasalen, eines Frenale und vorderen Temporale, das größere Nasale und den zugespitzten Schwanz unterscheidet. Sq. 15, V. 135, A. 1/1, Sc. 18/18+1. Supralabialia 7, das dritte und vierte am Auge; Temporalia 1+1. Kein Präoculare, ein Postoculare.

Färbung grauviolett, mit helleren (blaß blaugrauen) Hinterrändern der Schuppen und Bauchschilder.

Elapinae.

Naia Laur.

Über das Speien der hieher gehörigen afrikanischen Arten hat Anderson die einschlägige Literatur zusammengestellt. Daß auch bei den indischen Arten diese Eigentümlichkeit vorkommt, zeigt eine Notiz von Jones Goring (Journ. Bombay Soc. XIII, 1900, p. 376), die sich auf *N. tripudians* bezieht.

N. haie L.

Boulenger, l. c., p. 374.
Anderson, l. c., p. 312, Taf. XLIV.
Peters, l. c., p. 277.
Del Prato, Vert. Col. Eritr., p. 49.

Sobat (Gordon College); Khor Attar (Werner); Sennaar (Hartmann).

Es möge hier bemerkt werden, daß der Name »haie«, der als Speziesname der ägyptischen Art verwendet wurde, im Sudan nicht nur nicht für diese Art, überhaupt nicht für »Schlange«, sondern gerade für »Eidechse« gebraucht wird. Schlange heißt allgemein »taban«, auch »hanasch«.

Mir lagen zwei große Exemplare vor; das erste aus dem Sobatgebiete, dem Gordon Museum gehörig, etwa $1^3/_4$ *m* lang, besitzt 7 Supraocularia; der Augenkranz besteht (abgesehen vom Supraoculare) aus 5 Schildchen; die Zahl 7 der Supraocularia kommt dadurch zu stande, daß das große untere Temporale den Lippenrand erreicht. Schuppenreihen 23 am Hals, 21 an der Rumpfmitte.

Das zweite Exemplar aus Khor Attar, wo es von den Eingebornen in einer Hütte lebend gefangen und mir noch bei Nacht gebracht worden war, mißt volle 2 *m*, wovon 28 *cm* auf den Schwanz entfallen. Auch bei diesem einfarbig dunkelbraunen Exemplar ist die Zahl der Augenkranzschildchen 5 (1 Prä-, 2 Sub-, 2 Postocularia): es sind 7 Supraocularia vorhanden und das untere (rechts senkrecht geteilte) Temporale keilt sich tief zwischen das sechste und siebente ein. Zwei große Temporalia übereinander hinter dem ersten Paare; Rostrale, soweit von oben sichtbar, einhalbmal so lang als sein Abstand vom Frontale; 4 Sublabialia berühren die vorderen Kinnschilder. Sq. 23, 19, V. 216, A. 1, Sc. 59/59+1.

Verbreitung: Nordafrika, Südpalästina, Ostafrika bis Mozambique.

N. nigricollis Rhdt.

Boulenger, l. c., p. 378; Proc. Zool. Soc. London, 1906, p. 216; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 13, 21.
Anderson, l. c., p. 322, Taf. XLV.
Andersson, Res. Swed. Zool. Exp. Nr. 4, p. 5.
Boettger, Zool. Anz., XVI, 1893, p. 130.

Sobat (Gordon College); Gondokoro (Werner); Khartoum (Andersson).

Sonst noch im ganzen tropischen Afrika von Senegambien bis Angola und von Oberägypten bis Transvaal.

Das Sobat-Exemplar mißt etwa $1^3/_4$ *m*; es besitzt 6 Supralabialia, davon das dritte am Auge; Präocularia 2, Postocularia 3, Temporalia 2; Sq. 23, 21.

Von den Gondokoro-Exemplaren besitzt das eine 6 (3) Supralabialia, 2 Prä- und 3 Postocularia, 2+2+1 Temporalia; 4 Sublabialia berühren die vorderen Kinnschilder; V. 196, A. 1, Sc. 57/57+1, Sq. 25, 23. Totallänge 1400 *mm*, Schwanzlänge 215 *mm*. Auf der Unterseite ist das 7. bis 20. sowie das 25. und 26. Ventrale schwarz.

Das andere kleinere Exemplar, ein ♀, hat die Schuppenformel: Sq. 23, V. 195, A. 1, Sc. 4+13/13+... (es fehlen wenigstens zwei Drittel des Schwanzes); auf der Unterseite ist das 9. bis 18. sowie das 23. bis 25. Ventrale schwarz. Kopf oben braun, Vorderkörper graubraun, nach hinten in Grau übergehend.

Dieses letztere Exemplar bot uns Gelegenheit, die Richtigkeit der Angaben über das Speien der afrikanischen *Naia*-Arten zu bestätigen, da es meinem Reisegefährten, Dr. Sassi, als es uns gebracht wurde, nach einigen Bewegungen des Unterkiefers direkt auf die Stirne spie.

Wenn man *N. haie* und *nigricollis* vergleicht, so sieht man, daß der Augenring nicht durch Vermehrung, sondern durch Aneinanderrücken der Ocularia unterhalb des Auges zu stande kommt.

Viperidae.

Causus Wagl.

C. resimus (Ptrs.).

Boulenger, l. c., p. 468, und Ann. Mus. Genova, 1896, p. 21.
Peters, l. c., p. 277 *(Heterophis)*.
Tornier, Kriecht. Deutsch-Ostafrikas, p. 86.

Sennaar [Gebel Ghule] (Hartmann); Sobat (Gordon College); Khor Attar (Werner). Außerdem in Ost- und Zentralafrika sowie in Angola.

Diese Schlange, die »Green Viper« der Missionäre am Sobat, soll dort recht häufig sein. Ich erhielt ein kleines Exemplar am 9. Februar in Khor Attar und untersuchte ein größeres (Sobat) im Gordon College (♂, Sq. 21, V. 150, A. 1, Sc. 27/27+1) mit 7 — 7 Supralabialen, einem nur aus drei Schildchen (Prä-, Sub- und Postoculare) gebildeten Augenring und durchwegs gekielten Schuppen (Kiele nur bis zur Mitte der Schuppe reichend).

Das kleinere Exemplar aus Khor Attar besitzt folgende Schuppenformel: Sq. 19, V. 149, Sc. 24/24+1; 6 — 6 Supralabialia, 2 Prä-, 2 bis 3 Postocularia und 1 Suboculare.

Eine scharfe Unterscheidung dieser Art von *C. rhombeatus* Licht. ist, wie auch Tornier angibt, nicht durchführbar.

Bitis Gray.

B. arietans Merr.

Boulenger, l. c., p. 493; Proc. Zool. Soc. London, 1906, p. 217; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 13, 721.
Marno, Reisen im Gebiete des Weißen und Blauen Nil, Wien, 1874, p. 397, und Reise ägypt. Äq. Prov., Wien, 1878, p. 164.
Boettger, Zool. Anz., XVI, 1893, p. 130.
Del Prato, Vert. Col. Eritr., p. 49.

Bêjuda-Steppe (Hartmann); Kordofan (Rüppell); Goz Abu Guma (Werner); Sobat (Gordon College); Dabbed Hanakhi und Tura-el-Chadra (Marno); Gondokoro (Werner).

Sonst noch im ganzen tropischen und südlichen Afrika und in Marokko, Somaliland und Südarabien.

Das Exemplar von Goz Abu Guma ist 520 *mm* lang (Schwanz 70 *mm*). Schuppenformel: Sq. 31, V. 136, Sc. 33/33+1. 9 Schuppen quer über die Stirn zwischen den Augen, 13 um das Auge; 12 bis 14 Supralabialia; 3 Subocularreihen.

In den Hügeln südlich von Gondokoro konnte ich das Vorkommen dieser Viper nach den abgestreiften Hautfetzen eines sehr großen Exemplares mit Bestimmtheit nachweisen.

Cerastes Wagl.

C. cornutus (L.).

Boulenger, l. c., p. 502 und Trans. Zool. Soc. 1891, p. 155.
Anderson, l. c., p. 330, Taf. XLVIII.
Peters, l. c., p. 278 *(aegyptiacus)*.
Doumergue, Erpét. Oranie, p. 319, Taf. XXIII, Fig. 3*a—c*.

Wadi Halfa, Suakin (Anderson); Dongola (Gordon College); Bejuda-Steppe (Hartmann); Sennaar (Bruce).

Außerdem in ganz Nordafrika von Algerien bis Ägypten, Arabien und Südpalästina. Die Exemplare aus Dongola sind hornlos.

Echis Merr.

E. carinatus (Schn.).

Boulenger, l. c., p. 505; Proc. Zool. Soc. London, 1906, p. 217; Ann. Mus. Genova, 1896, p. 554; Trans. Zool. Soc. 1891, p. 155.
Anderson, l. c., p. 336, Taf. XLIX.
Del Prato, Atti Soc. Ital. Sci. Nat., XXXIV, 1894, p. 9.
Peracca, l. c., p. 4.

Suakin, Durrur (Anderson); Khartoum (A. L. Butler); Dongola (A. L. Butler); Mazrub, Kordofan (A. L. Butler).

Außerdem in ganz Nordafrika von Algerien bis Ägypten, Togo, Somaliland, Arabien, Transcaspien, Persien, Afghanistan, Beludschistan, Vorderindien.

Atractaspis Smith.

A. irregularis Reinh.

Boulenger, l. c., p. 513.

Wadelai (leg. Emin-Pascha). Westafrika von der Goldküste bis zum Congo, Zentralafrika (Uganda).

A. aterrima Gthr.

Boulenger, l. c., p. 515.

Wadelai (leg. Emin-Pascha). Sonst noch in Westafrika nördlich vom Äquator.

Batrachia.

Salientia (Ecuadata — Anura).

Ranidae.

Rana L.

R. occipitalis Gthr.

Boulenger, Cat. Batr. Sal., 1882, p. 27.

Von dieser Art, welche neu für den ganzen Ostsudan ist, liegt mir ein ♂ von 82 *mm* Länge vor, welches aus Mongalla stammt; die Querfalte zwischen den Augenhinterrändern war auch im Leben vollkommen deutlich, ist daher nicht ein Produkt der Konservierung. Färbung oberseits olivengrau, mit Gruppen von schwarzen Punkten. Hinterbacken dunkel grünlichgrau und grünlichweiß dicht marmoriert. Oberlippe und Hinterbeine undeutlich quergebändert. Unterseite gelblich, Schallblasenfalten schmutzig rotbraun; undeutliche lichtgraue Flecken auf der Unterseite der Schenkel und auf der Kehle. Finger mit deutlichen Hautsäumen; Zehen mit ganzen Schwimmhäuten und kleinen Saugscheiben. Rückenhaut glatt. Eine starke Hautfalte am Außenrande der fünften Zehe, wie bei *R. tigrina*, eine schwache am Außenrande der Innenzehe.

Von A. L. Butler auch in der Bahr-el-Ghazal-Provinz gefunden.

Westafrika von Senegambien bis Angola.

R. cordofana Stdchr.

Steindachner, »Novara«, Amph., p. 8 *(Pyxicephalus)*.

Diese Art kann nach den allerdings schlecht erhaltenen Originalexemplaren, die mir Herr Hofrat Steindachner freundlichst zur Untersuchung anvertraute, kaum mehr wiedererkannt werden. Nur aus dem Vorhandensein eines äußeren Metatarsalhöckers bei einigen gut erhaltenen Fröschen dieser Gruppe aus Somaliland (Coll. O. Neumann) schließe ich, daß diese Art auch hier vorkommen mag.

R. delalandii Tschudi.

Boulenger, l. c., p. 31, und Ann. N. H. (6), XVI, 1895, p. 169.
Peracca, l. c., p. 4.

Gamilab-Berge bei Suakin (leg. A. L. Butler).

Ansonsten noch in Südwest-, Süd- und Ostafrika bis Erythräa.

R. adspersa Bibr.

Boulenger, l. c., p. 33.
Günther, Ann. N. H. (6), XV, 1895, p. 526 *(Pyxicephalus)*.

Ich erhielt ein ♀ von 70 *mm* Länge in Khor Attar. Es unterscheidet sich von einem Exemplar meiner Sammlung aus Transvaal und Boulenger's Beschreibung in folgenden Punkten: Interorbitalraum kleiner als ein oberes Augenlid; erster Finger länger als der zweite. Färbung oberseits hellgrünlichgrau mit gelblicher Rückenmittellinie und zahlreichen dunkelgrauen Flecken. Sonst wie der Typus. Kehle grünlichgrau gefleckt; Tympanum zwei Drittel des Augendurchmessers, mit silberweißen, halbmondförmigen Flecken. Innerer Metatarsaltuberkel groß, horngelb.

Südafrikanische Exemplare, die ich im Vorjahre lebend hielt, waren oberseits grün, unterseits gelb; die Hinterbeine stecken fast bis zum Knie in der Körperhaut. Dieser Frosch gräbt sich mit Hilfe der großen Metatarsalschaufel geschickt in die Erde ein.

R. mascareniensis DB.

Boulenger, l. c., p. 52. — Anderson, l. c., p. 346, Taf. L, Fig. 1.
Boettger, Zool. Anz., XVI, 1893, p. 130.
Flower, Proc. Zool. Soc. London 1900, p. 967.

Diese Art, welche im ganzen südlichen und tropischen Afrika sowie in ganz Ägypten zu Hause ist, zeigt im Sudan eine große Tendenz zur Variation, so daß man wenigstens vier Formen unterscheiden kann, welche mir wohl Artrang zu verdienen scheinen, aber auch die als typisch anzusehende Form variiert immerhin noch beträchtlich, sowohl in der Färbung als in der Ausdehnung der Schwimmhäute und in anderen Merkmalen.

Die vier Formen lassen sich folgendermaßen unterscheiden:

Erster Finger kürzer als der zweite; Hinterbacken weiß und schwarz längsgestreift.

Eine starke Dorsolateralfalte vorhanden; Hinterbeine nicht gebändert, mit gelber Längslinie . . *Rana venusta* n. sp.
Keine Dorsolateralfalte; Hinterbeine undeutlich gebändert, ohne helle Längslinie . . . . . *Rana gondokorensis* n. sp.

Erster Finger ebensolang oder länger als der zweite; Hinterbacken dunkel gefleckt oder marmoriert.

Zwischen den Dorsolateralfalten wenigstens sechs deutliche, zusammenhängende Längsfalten; Kopf schmal, lang . . . . . *Rana mascareniensis*
Zwischen den Dorsolateralfalten kurze, unterbrochene, manchmal sehr undeutliche Längsfalten; Kopf breit . . . *Rana schillukorum* n. sp.

Nur die typische Form fand ich weiter verbreitet; die übrigen dagegen, soweit sich dies aus der geringen Zahl der Exemplare erkennen läßt, sind auf kleine Gebiete beschränkt.

Die mir vorliegenden Exemplare von *mascareniensis*, aus Khor Attar und Gondokoro stammend, sind 25 bis 39 *mm* lang. Die Kopflänge verhält sich zur Kopfbreite wie 1·2—1·4 : 1, die Körperlänge zur Länge der Tibia wie 1·52—1·73 : 1.

Der Färbung und Zeichnung nach lassen sich folgende Gruppen bilden:

1. Keine Spur eines Rückenstreifens; Dorsolateralstreifen nicht hell gefärbt; Oberseite grau, ungefleckt, und zwar von einer die Mitte der Ränder der beiden oberen Augenlider verbindenden Linie nach hinten dunkler, nach vorn (Schnauze und Stirn) heller. Zügelstreifen, Umgebung des Tympanums sowie einige Flecken dahinter schwarz; Femur und Tibia oberseits mit wenigstens je fünf undeutlichen, dunklen Querbinden.

2. Rückenstreifen breit, nach hinten verschmälert, Oberseite im übrigen grau, mit undeutlichen dunkleren Flecken; Zügelstreifen nicht deutlich, Femur und Tibia oberseits mit weniger als fünf undeutlichen Querbinden.

3. Rückenstreifen vorhanden, nach hinten verschmälert; Oberseite mit zahlreichen schwarzbraunen Flecken, aber erst hinter der Interorbitalregion. Querbinden der Hinterbeine wenigstens fünf.

4. Flecken weniger zahlreich; ein großer dunkler Fleck von der Achsel schief gegen die Brustseiten ziehend; zwei breite, drei schmale Querbinden des Femur; drei breite, drei schmale der Tibia. Die Flecken auf den Hinterbacken, bei 1 und 2 ziemlich deutlich in Längsbänder zusammenfließend, bilden hier drei deutliche Bänder.

5. Kein Rückenstreif; Flecken zahlreicher als bei voriger; je vier breite Querbinden auf Femur und Tibia.

6. Färbung schwarzgrau; Rückenstreifen deutlich, scharf begrenzt, zwischen zwei Längsfalten verlaufend; Dorsolateralstreifen und ein Streifen auf der Oberlippe, der von unterhalb des Auges schief nach abwärts unter dem Tympanum hinzieht, weißlich. Unterlippenrand schwarzbraun, schmal, weiß gebändert; Rückenflecken undeutlich; Hinterbacken marmoriert.

Auf der Unterseite des vierten, dritten und vierten oder zweiten, dritten und vierten Metatarsale findet sich häufig eine Reihe kleiner, wie die Subarticularhöcker weißlich gefärbter Tuberkelchen. Schnauze $1^1/_2$ mal so lang wie das Auge; Tympanum drei Viertel, drei Fünftel, vier Fünftel, fünf Siebentel des Augendurchmessers; Schnauze stark vorspringend. Die Schwimmhaut läßt die zwei oder äußerstenfalls die drei letzten Phalangen der vierten Zehe frei.

R. schillukorum n. sp. (Taf. III, Fig. 10).

Kopf breit, 1·2mal bis ebenso lang wie breit. Schnauze $1^1/_4$ bis $1^1/_3$ so lang wie der Augendurchmesser, nicht so stark vorspringend wie bei voriger Art; Tympanum meist nicht über zwei Drittel Augendurchmesser. Interorbitalraum so breit wie ein oberes Augenlid. Zügelgegend schief, mit mehr weniger deutlicher Längsfurche vom Nasenloch bis unterhalb des Auges, wo der drüsige, zum Oberarm ziehende, sehr deutliche Längswulst beginnt. Gaumenzähne in zwei schiefen, voneinander weit entfernten Gruppen am inneren vorderen Rande der Choanen. Eine Dorsolateralfalte, vom Hinterrande

des Auges über das Tympanum zur Hüfte ziehend, deutlich; die dazwischenliegenden Längsfalten des Rückens kurz, oft undeutlich. Hinterbein erreicht mit dem Tibiotarsalgelenk die Schnauzenspitze. Zehen stumpf, mit deutlichen Subarticularhöckern, aber niemals mit einer Reihe von Tuberkeln auf den Metatarsalien 2 bis 4; innerer Metatarsalhöcker walzlich, ein Drittel der Länge der Innenzehe; ein undeutlicher äußerer Höcker bei einem Exemplar bemerkbar. Schwimmhaut die letzten zwei Phalangen der vierten Zehe freilassend, ebenso die letzte der fünften Zehe; selten um eine Phalange mehr. Erster und zweiter Finger gleich lang. Brustfalte sehr deutlich.

Oberseite olivengrün oder hellgraugrün, im letzteren Falle mit deutlichen dunklen Flecken; Dorsolateralfalte meist weißlich; der dunkle Zügelstreifen hört nach vorn nicht am Nasenloch auf wie bei voriger Art, sondern zieht sich bis zur Schnauzenspitze fort; Tympanum rotbraun. Gliedmaßen oben mit breiten (rotbraunen oder graubraunen) dunklen Querbinden. Hinterbacken dunkelbraun und bräunlichweiß marmoriert. Unterkieferränder graubraun marmoriert. Rückenlinie vorhanden oder fehlend; bei dem abgebildeten Exemplar von der Mittellinie in der Sacralgegend stark nach rechts abweichend, wie ich dies auch bei *Rana esculenta* mehrfach beobachtete und Boulenger (Taill. Batr. Europe, I, p. 24, Fig. 9) bei *Bufo calamita* abbildet. Ein Exemplar mit heller Längslinie auf der Oberseite der Tibia. Unterseite einfarbig weiß.

Von dieser Art liegen mir 4 ♀♀ aus Khor Attar vor, von 35 bis 43 *mm* Totallänge; ich traf sie nur am Nil, und zwar im Papyrusdickicht eine halbe Stunde stromaufwärts an, während *Rana mascareniensis* im niedrigen Grase ganz nahe bei Khor Attar selbst lebt. Sie erinnert sehr an *R. angolensis*, von der sie sich aber durch den Besitz deutlicher Dorsolateralfalten unterscheidet.

R. gondokorensis n. sp. (Taf. III, Fig. 9).

Von dieser Art liegt mir nur ein Exemplar (♂) vor, welches sich aber durch das vollständige Fehlen von Dorsolateralfalten von allen verwandten Arten leicht unterscheiden läßt.

Gaumenzähne wie bei *mascareniensis*. Kopf länger als breit (1·3 : 1), Schnauze stark vorspringend, zugespitzt, $1^3/_4$ mal so lang wie breit, das Nasenloch der Schnauzenspitze etwas näher als dem Auge. Tympanum zwei Drittel Augendurchmesser. Interorbitalraum konvex, etwas breiter als ein oberes Augenlid. Rückenfalten lang, keine Dorsolateralfalte. Tibiotarsalgelenk reicht weit über die Schnauzenspitze hinaus. Subarticularhöcker deutlich; ein kleiner, walzlicher, innerer Metatarsalhöcker; kein äußerer. Schwimmhaut läßt die beiden Endphalangen der vierten Zehe, die Endphalange der fünften frei.

Färbung der Oberseite hellgrau, Stirn und Schnauze scharf abgesetzt, heller als die übrige Oberseite. Keine Rückenflecken. Zügelstreifen bis zur Schnauzenspitze fortgesetzt; Tympanum und Umgebung schwarz. Oberseite der Gliedmaßen mit undeutlichen Querbinden. Hüftgegend mit einem großen, gelblichweißen, schwarz eingefaßten Fleck, an welchen der auch bei *mascareniensis* sich findende dunkle Vorderrandstreifen des Femur anschließt. Hinterbacken mit drei schwarzbraunen Fleckenbinden auf gelblichweißem Grunde. Unterlippenränder schwarzbraun gefleckt, Schallblasen schwarz, Kehle weiß, Bauch gelblich.

Totallänge 29 *mm*, Tibia 19, vierte Zehe 16·1 *mm*.

Das Exemplar stammt aus einem Tümpel, eine Gehstunde östlich von Gondokoro.

R. venusta n. sp. (Taf. IV, Fig. 11).

Dieser schöne Frosch scheint im Sudan ausschließlich bei Mongalla vorzukommen, wo er auf einem kleinen, reich bewachsenen Erdhügel am Strome von mir in drei Exemplaren gefangen wurde; die drei von mir gesammelten Exemplare stimmen in der Zeichnung, die sehr charakteristisch ist, vollkommen überein.

Kopf breiter als bei *mascareniensis*; Gaumenzähne in zwei weit getrennten queren Gruppen zwischen den Choanen. Schnauze $1^1/_2$ bis $1^2/_3$ mal so lang als der Augendurchmesser; Tympanum zwei Drittel bis drei Viertel Augendurchmesser. Schnauzenkante sehr deutlich, fast gerade; Zügelgegend schief, wie bei *matthewsi* längsgefurcht. Interorbitalraum ein wenig

breiter als ein oberes Augenlid. Zwischen den sehr starken Dorsolateralfalten sechs gleichfalls sehr deutliche, kontinuierliche Längsfalten. Erster Finger kürzer als der zweite; Zehen mit deutlichen Subarticularhöckern und kleinem, walzlichem, innerem Metatarsalhöcker; zwei Phalangen der vierten, eine der fünften Zehe aus der Schwimmhaut vorragend. Tibiotarsalgelenk reicht weit über die Schnauzenspitze hinaus.

Färbung rötlich- bis dunkelgraubraun; Rückenstreifen breit, deutlich, gelblichweiß oder hellgrau; Dorsolateralfalten weißlich; Fleckenzeichnung des Rückens wenig hervortretend. Zügelstreif und Temporalgegend dunkel, Tympanum rötlichbraun. Gliedmaßen vollständig ohne Querbinden. Eine feine hellgelbe Längslinie, oben in der Mitte des Schenkels beginnend, geht von hier auf den Innenrand der Tibia über (am Knie einen kurzen Fortsatz entsendend), weiterhin am Tarsus entlang bis zur Spitze der Außenzehe, hier undeutlicher werdend. Hinterbacken mit einem weißen, seitlich breit schwarz eingefaßten Längsstreifen; ein dritter dunkler Streifen darunter mehr weniger deutlich.

Totallänge 36·3 bis 36·8 *mm*, Tibia 22·3 bis 23·5, vierte Zehe 22 bis 22·5 *mm*.

Ich besitze auch ein Exemplar (♂) von Lagos (leg. Stüve 1906) und ein zweites von Entebbe am Victoria-Nyanza.

R. galamensis DB. (Taf. IV, Fig. 12).

Duméril & Bibron, Erpét. Gén., VIII, p. 367.

Peters, S. B. Ges. naturf. Fr. Berlin, 1882 (17. Januar), p. 3 *(Limnodytes bravanus)*.

Tornier, Kriechtiere Deutsch-Ostafrikas, 1897, p. 92, Textfig. *(R. bravanus)*.

Mocquard, Congr. Zool. Leyd., 1896, p. 234 *(oubanghiensis)* u. C. R. Soc. Philom. (1896), p. 44 *(galamensis)*.

Dieser Frosch zeigt nach der Literatur, obwohl in Färbung und Zeichnung anscheinend sehr konstant, in morphologischer Beziehung eine wohl seltene Variabilität, so daß ich weder an die Identität von *galamensis* und *bravanus* noch an die meiner Exemplare aus dem Sudan mit letztgenannter Art glauben möchte. Dies bezieht sich in erster Linie auf die Ausbildung

der Schwimmhäute. Boulenger (Cat. Batr. Sal., p. 61) bezeichnet sie nach Duméril und Bibron als kürzer als bei *malabarica* (wo die Zehen als »halb« bezeichnet werden), in der Bestimmungstabelle p. 15 heißt es »toes webbed at the base«; Peters sagt: nur »halbe« Schwimmhäute, welche an die Basis der zweiten Phalanx der vierten Zehe gehen. Ich finde aber, daß sie bei *bravana* ebenso wie bei den Sudanexemplaren als ganz deutlicher Hautsaum noch bis an die Basis der ersten Phalanx gehen und daß man Schwimmhäute, die an allen übrigen Zehen zum mindesten auf der Innenseite so weit reichen, doch nicht mehr als »halbe« Schwimmhäute bezeichnen kann. Die Dorsolateralfalten sind bei dieser Art ferner von solcher Breite, daß ich weder die Angabe der französischen Autoren, derzufolge sie schmäler und mehr vorspringend sein soll als bei *malabarica*, noch die von Peters »eine schmale Drüsenlinie« begreifen kann. Eine Postpectoralfalte habe ich weder bei dem mir durch Herrn Kustos Prof. Tornier eingesandten *bravanus*-Exemplar des Berliner Museums noch an irgend einem der von mir selbst gesammelten Exemplare beobachten können, und dasselbe gilt auch für die Granulation des Bauches, welche wohl durch reichliche Fältchenbildung in der hinteren Abdominalgegend vorgetäuscht wird.

Ich gebe nunmehr eine möglichst genaue Beschreibung auf Grund meiner sudanesischen Exemplare:

Schnauze vorn abgerundet, etwa $1^1/_2$mal so lang wie der Augendurchmesser (Augendurchmesser meist gleich der Entfernung des Auges vom Nasenlochvorderrand). Zügelgegend schief, mit longitudinaler Einsenkung vom Nasenloch zum Auge. Tympanum kreisrund, sehr deutlich, zwei Drittel bis drei Viertel des Augendurchmessers; eine dicke Drüsenfalte von unterhalb des Auges nach hinten ziehend, und zwar unter dem Tympanum zum Vorderarmansatz (hier bei einem Exemplar besonders stark) und von hier gegen die Hüftgegend, sich allmählich verlierend.

Interorbitalraum ebenso breit wie ein oberes Augenlid; drüsige Dorsolateralfalte sehr breit, aber flach. Erster Finger ein wenig länger als der zweite, der dritte um die ganze Länge

seiner beiden Endphalangen länger als dieser; der vierte um seine Endphalange länger als der erste oder zweite. Tibiotarsalgelenk erreicht den Vorderrand des Auges (reicht auch beim ♂ nicht weiter). Subarticularhöcker deutlich; ein walzlicher innerer Metatarsalhöcker von etwa ein Drittel der Länge der Innenzehe. Schwimmhaut erreicht die Basis der zweiten Phalange der vierten Zehe, reicht aber als deutlicher Hautsaum noch zur Basis der ersten Phalange; an der fünften Zehe erreicht sie die Basis der ersten, an der dritten Zehe außen fast die Basis der ersten, innen die der zweiten (Hautsaum bis zur ersten), an der zweiten Zehe außen die Basis der ersten, innen die der zweiten (Hautsaum bis zur ersten), an der ersten außen die Basis der ersten Phalange. Unterseite der Schenkel granuliert.

Färbung: In der Jugend hellgrau oben zwischen den beiden silberweißen Dorsolateralfalten, nach hinten dunkler; eine schwarze Linie vom Nasenloch zum Auge; ein breites, schwarzes Längsband vom Augenhinterrand zur Hüfte, gegen hinten weißlich gefleckt; Tympanum rotbraun, ein silberweißer Längsstreifen auf der Oberlippe, auf der unteren Drüsenfalte weiterziehend. Rumpfseiten darunter schwarz marmoriert; Gliedmaßen oben graubraun, spärlich gefleckt. Tibia mit zwei dunklen Längsbinden, einer oben, einer am Außenrand); Hinterbacken braun und gelb marmoriert; Unterseite silbergrau, die vier Hinterbeine hellgelb, ebenso wie der Bauch gefleckt (dieser grau, jener braun). Ein schwacher Bronzeschimmer bemerkbar (Körperlänge 4 *cm*). Mit zunehmendem Alter gehen folgende Veränderungen vor sich: 1. die Rückenzone hellt sich immer mehr (zu hellgraubraun) auf und wird allmählich immer deutlicher schwarz gefleckt oder marmoriert; 2. die schwarze Seitenbinde wird immer stärker hell gefleckt, so daß sie schließlich hell (gelblich) und dunkel marmoriert erscheint; 3. die Längsbinden der Tibia lösen sich in unregelmäßige Fleckenbinden auf; 4. die Färbung der beiden drüsigen Längsfalten und der Unterseite wird, soweit dies nicht schon (Hinterbeine) der Fall war, gelb; die Drüsenfalten wie überhaupt die ganze Oberseite erhalten einen immer stärker werdenden Goldbronzeschimmer; 5. die Kehle wird bei manchen erwachsenen

Exemplaren, aber nicht etwa nur beim ♂ und auch nicht gerade bei den größten, dunkelgrau, wenig weißlich gefleckt und marmoriert; 5. die dunkle Fleckung auf der Oberseite der Hintergliedmaßen nimmt zu.

Da diese mehrfach benannte Art niemals abgebildet wurde, so gebe ich eine Abbildung nach einem vollerwachsenen ♀ (*77 mm*) aus Gondokoro. Ich erhielt diese prächtige Art zuerst bei Khor Attar, und zwar zwei erwachsene ♀♀ mit grauer Kehle und dickem Daumen wie beim ♂ und ein ♀ mit heller Kehle und schlankem Daumen. Diese ersteren beiden Exemplare erwiesen sich zwar schon äußerlich durch das Fehlen der schwarzen Schallblasen als ♀♀, doch wurden zur Sicherheit auch noch die Genitalorgane untersucht und hiebei Ovarien und Ovidukte im Zustande äußerster Reduktion, aber deutlich erkennbar vorgefunden. Zwei erwachsene ♀♀ aus Gondokoro hatten helle Kehle und schlanke Daumen. Selbst fing ich den Frosch erst bei Gondokoro, und zwar am Rande eines Tümpels, der nach dem Austrocknen eines Regenstromes (Khors) übrig geblieben war. Dieser Tümpel, den ich schon früher (Beitr. zur Kenntnis der Fischfauna des Nils, diese Sitzungsberichte, 1906, p. 1125) als Fundort einiger bemerkenswerter Fische *(Clarias Werneri, Xenomystus nigri)* erwähnt habe, ist an einer Stelle durch eine kleine Strecke kurzen, üppig grünen Grases von dem hohen Sumpfgras des Khors getrennt und hier tummelt sich *R. galamensis* herum. Ihre Sprünge sind von außerordentlicher Weite und erinnern einigermaßen an die der *R. agilis*, mit der dieser Frosch auch die Geschicklichkeit im Verstecken teilt.

Außer an den beiden angegebenen Orten fand ich den Frosch auch noch bei Mongalla (♂) und glaube ihn auch an einem Sumpf zwischen Duem und Goz Abu Guma gesehen zu haben. Er ist außerdem vom Senegal (*galamensis*-Typus), von Barava in Englisch-Ostafrika (leg. Hildebrandt) und vom Oubanghi (Mocquard), von Bagamoyo (G. A. Fischer), Kiboscho (O. Neumann) und Kakoma (Böhm) bekannt. A. L. Butler sammelte ihn im Bahr-el-Ghazal-Gebiet.

Kurze Übersicht der *Rana*-Arten des afrikanischen Festlandes.

1. Innerer Metatarsaltuberkel klein, zylindrisch 2
   Innerer Metatarsaltuberkel groß, kompreß, schaufelförmig 24
2. Zehen durch ganze Schwimmhaut verbunden (höchstens Endphalange der vierten Zehe frei) 3
   Zehen mit drei Viertel oder kürzeren Schwimmhäuten; wenigstens die zwei Endphalangen der vierten Zehe frei 11
3. Zehen am Ende in kleine Saugscheiben erweitert 4
   Zehen am Ende nicht erweitert 7
4. Eine Falte quer über den Kopf zwischen den Augenhintenrändern 5
   Keine Querfalte 6
5. Tympanum sehr deutlich ..... 1. *R. occipitalis* Gthr.
   Tympanum verborgen ... 2. *R. crassipes* Buchh. & Ptrs.
6. Haut warzig, keine dorsolaterale Drüsenfalten 3. *R. goliath* Blngr.
   Eine drüsige Längsfalte jederseits vom Augenhinterrand zur Hüfte. Fingerspitzen in deutliche Saugscheiben erweitert ..... 4. *R. albolabris* Hall.
7. Ein einziger (innerer) Metatarsaltuberkel 8
   Zwei Metatarsaltuberkel (innerer und äußerer) 10
8. Rücken mit sechs bis acht Längsfalten; Hinterbeine überragen die Schnauzenspitze mit dem Tibiotarsalgelenk 7. *R. oxyrhynchus* Sund.
   Rücken glatt oder mit Warzen in Längsreihen; Tibiotarsalgelenk überragt nicht die Schnauzenspitze 9
9. Tympanum zwei Drittel des Augendurchmessers, deutlich 6. *R. fuscigula* DB.
   Tympanum ein Drittel des Augendurchmessers, undeutlich ..... 7. *R. johnstoni* Gthr.
10. Kein Tarsaltuberkel vorhanden ... 8. *R. longirostris* Ptrs.
    Ein Tarsaltuberkel ..... 9. *R. trinodis* Blngr.
11. Eine Dorsolateralfalte oder Haut ganz glatt 12
    Zahlreiche Längsfalten 15

12. Zwei Metatarsalhöcker; keine deutliche Dorsolateralfalte 10. *R. darlingi* Blngr.
Ein Metatarsalhöcker 13
13. Haut ganz ohne Längsfalten 11. *R subsigillata* A. Dum.
Eine Dorsolateralfalte jederseits 15
14. Schwimmhaut, ein halb ..... 12. *R. galamensis* DB.
Schwimmhaut, drei Viertel ..... 13. *R. nutti* Blngr.
15. Schwimmhaut, ein Drittel, oder nur am Grunde die Zehen verbindend 16
Schwimmhaut, ein halb bis drei Viertel 18
16. Tibiotarsaltuberkel erreicht Schnauzenspitze; erster Finger länger als der zweite ..... 14. *R. grayi* Smith
Tibiotarsaltuberkel reicht weit über Schnauzenspitze hinaus; erster und zweiter Finger gleich lang 17
17. Ein Metatarsaltuberkel, Tympanum ein halber Augendurchmesser ..... 15. *R. fasciata* Boie
Zwei Metatarsaltuberkel, Tympanum zwei Drittel bis drei Viertel Augendurchmesser 16. *R. stenocephala* Blngr.
18. Hautfalten lang, über den ganzen Rücken ziehend 19
Hautfalten kurz 20
19. Schwimmhaut, ein halb, Vomerzähne in zwei horizontalen Gruppen, erster Finger kürzer als der zweite 17. *R. ansorgii* Blngr.
Schwimmhaut zwei Drittel, Vomerzähne in zwei schiefen Gruppen, erster und zweiter Finger gleich lang 18. *R. mascareniensis* DB.
20. Tibiotarsalgelenk erreicht höchstens das Nasenloch 19. *R. quecketti* Blngr.
Tibiotarsalgelenk reicht über Schnauzenspitze hinaus.. 21
21. Vomerzähne zwischen den Choanenhinterrändern 20. *R. nyassae* Gthr.
Vomerzähne zwischen den Choanen 22
22. Längsfalten zahlreich, dicht gedrängt, warzenartig 21. *R. aequiplicata* Wern.
Längsfalten spärlich, lang und schmal 23
23. Knie erreicht Achselhöhle; erster und zweiter Finger gleich lang ..... 22. *R. angolensis* Bocage

Knie erreicht Augenhinterrand; erster Finger kürzer als der zweite .....23. *R. newtoni* Bocage

24. Zwei Metatarsaltuberkel 25
Ein Metatarsaltuberkel 26

25. Eine Dorsolateralfalte jederseits ...24. *R. pulchra* Blngr.
Zahlreiche kurze Längsfalten ..25. *R. cordofana* Stdchr.

26. Haut vollkommen glatt 27
Haut mit Längsfalten oder Warzen 29

27. Metatarsaltuberkel erreicht fast die Schnauzenspitze 26. *R. natalensis* Smith
Metatarsaltuberkel erreicht höchstens das Auge 29

28. Tympanum kleiner als das Auge ....27. *R. ornata* Ptrs.
Tympanum größer als das Auge ..28. *R. maltzani* Blngr.

29. Oberseite mit zahlreichen Längsfalten 29. *R. adspersa* Tsch.
Oberseite mit einer Dorsolateralfalte oder mit symmetrisch angeordneten Warzen und Längswulsten 30

30. Dorsolateralfalten vorhanden 31
Symmetrisch angeordnete Warzen und Längswülste, aber keine Dorsolateralfalte.....33

31. Schnauze lang (erster Finger kürzer als der zweite) 30. *R. ornatissima* Bocage
Schnauze kurz, nicht länger als der Augendurchmesser 32

32. Erster Finger länger als der zweite. Tarsometatarsalgelenk erreicht das Nasenloch; Dorsolateralfalte sehr deutlich .....31. *R. moeruensis* Blngr.
Erster Finger ebensolang wie der zweite; Tarsometatarsalgelenk erreicht das Auge; Dorsolateralfalte undeutlich; Oberseite mit sehr deutlicher dunkler Längsbindenzeichnung.....32. *R. ruddi* Blngr.

33. Länge der Metatarsalschaufel beträgt die Hälfte der zweiten Zehe; Hinterbein reicht mit der Metatarsalschaufel über die Schnauzenspitze hinaus 33. *R. tuberculosa* Blngr.
Länge der Metatarsalschaufel zwei Drittel der Länge der zweiten Zehe; Hinterbein reicht mit der Metatarsalschaufel über das Auge hinaus 34. *R. delalandii* Bibr.

Megalixalus Gthr.

M. leptosomus Ptrs. (Taf. IV, Fig. 13).

Peters, Mon. Ber. Ak. Wiss. Berlin, 1877, p. 619, Fig. 5.
Tornier, Kriecht. Deutsch-Ostafrikas, p. 157.

Mir liegen vier kleine Frösche aus Khor Attar vor, welche in den meisten Punkten mit obgenannter Art übereinstimmen; doch ist die Schnauze etwas länger, die Schwimmhaut zwischen den Fingern und Zehen ein wenig kürzer; von ostafrikanischen Exemplaren unterscheiden sie sich auch durch die vollständig glatte Rückenhaut sowie durch die Zeichnung, welche außer den dunklen Seitenbinden auch noch aus zwei dunklen Rückenstreifen besteht; die Grundfärbung war auch im Leben nicht weiß oder silberfarbig, sondern rötlichgraubraun, die Streifen dunkelrotbraun oder grauviolett. Das mehr weniger scharf abgegrenzte Längsband auf der Oberseite der Tibia ist von der Grundfarbe des Rückens, der Außenrand der Tibia und die Oberseite des Tarsus, wie das dunkle Lateralband, welches von der Schnauzenspitze zur Hüfte hinzieht, meist fein weiß punktiert. Kehle des ♂ gelblich, mit Längsfalten des Kehlsackes, dessen schwach bogiger Hinterrand vor der Brust gelegen ist.

Durch die vorhin angegebenen Unterschiede sowie durch die weit geringere Größe (20 bis 21 *mm* bei erwachsenen Exemplaren, während deutsch-ostafrikanische Exemplare die doppelte Länge erreichen) ist die Trennung der Sudanform als subsp. *quadrivittata* gerechtfertigt.

Ich fand diesen Frosch unter alten Papyruswurzelstöcken und im niedrigen Grase am Nil bei Khor Attar, Februar 1905.

Phrynobatrachus Gthr.

Aus dieser Gattung kennt man jetzt acht Arten, die sich folgendermaßen unterscheiden lassen:

1. Zehen bis zur Spitze durch Schwimmhäute verbunden
Ph. perpalmatus Blngr.
Zehen mit kürzeren Schwimmhäuten 2

2. Finger und Zehen mit kleinen Saugscheiben 3
   Finger und Zehen ohne Saugscheiben 5
3. Zehen mit halben Schwimmhäuten; Tympanumdurchmesser drei Fünftel des Augendurchmessers
   Ph. latirostris Blngr.
   Zehen mit zwei Drittel Schwimmhäuten; Tympanumdurchmesser gleich dem halben Augendurchmesser 4
4. Schnauzenkante deutlich.....*Ph. plicatus* Cope
   Schnauzenkante abgerundet.....*Ph. acridoides* Cope
5. Erster Finger so lang wie der zweite 6
   Erster Finger kürzer als der zweite.....7
6. Haut der Oberseite warzig.....*Ph. ranoides* Blngr.
   Haut der Oberseite glatt.....*Ph. tellinii* Peracca
7. Erster Finger wenig kürzer als der zweite
   Ph. natalensis Smith
   Erster Finger nur halb so lang wie der zweite
   Ph. monticola Fischer

Diese Tabelle gibt auch ein ziemlich deutliches Bild der näheren Verwandtschaft der einzelnen Arten. *Ph. monticola* Fischer möchte ich fast für identisch mit *natalensis* halten; nur die Angabe, daß keine Zungenpapille vorhanden und der erste Finger nur halb so lang sein soll wie der zweite, läßt die Zusammenziehung irrtümlich erscheinen. *Ph. auritus* Blngr. wurde schon vom Autor selbst mit *plicatus* identifiziert; es unterliegt keinem Zweifel, daß bei letzterer Art das Tympanum deutlich ist; auch *latirostris* Blngr. steht *plicatus* noch sehr nahe. *Ranoides* und *tellinii* dürften bei größerem Material kaum mehr zu unterscheiden sein. Der Verbreitung nach sind vier Arten ostafrikanisch, zwei west-, eine südafrikanisch; *P. natalensis* hat die weiteste Verbreitung, vom Sudan über die Capkolonie bis Angola.

Ph. natalensis Smith.

Boulenger, Cat. Batr. Sal., p. 112, und Proc. Zool. Soc. 1907, Taf. XXII.
Andersson, l. c., p. 10.

Der häufigste und verbreitetste Frosch im ganzen Sudan, sowohl am Nil als an Sümpfen, überaus variabel, auch im Habitus, so daß Andersson's forma *gracilis* nicht aufrecht

erhalten werden kann. Ich möchte auch bei dieser Gelegenheit meiner Verwunderung Ausdruck geben, daß sich in meinem ganzen reichen Material von *Phrynobatrachus* kein Exemplar von *perpalmatus* Blngr. vorfindet und kann daher nur annehmen, daß diese von Andersson für El Gerassi angegebene Art eine sehr sporadische Verbreitung besitzt. *Ph. natalensis* kommt schon gegenüber Duem vor und fehlt an geeigneten Stellen bis Gondokoro nirgends; A. L. Butler fand ihn im Bahr-el-Ghazal-Gebiete; bekannt ist, daß er auch in ganz Ost- und Südafrika sowie in Südwestafrika (Angola) vorkommt.

Unter den 116 Exemplaren verschiedenen Alters, die ich zwischen Khor Áttar und Gondokoro gesammelt habe, haben 12 einen breiten, rötlichen (vergl. Blngr. Taf. XXII, Fig. rechts oben), 31 einen schmalen, gelblichen (ebenda links oben), 72 keinen Rückenstreifen (ebenda, links unten). Bei einem Exemplar, am Fuße eines Hügels südlich von Gondokoro gesammelt, ist der ganze Rücken ziegelrot (ebenda, rechts unten). Haut bald ganz glatt, bald mehr weniger stark warzig; erwachsene Exemplare, von etwa 26 *cm* Länge, sind stets plumper gebaut als jüngere.

Ph. perpalmatus Blngr.

Boulenger, Proc. Zool. Soc. London, 1898, p. 479.
Andersson, l. c., p. 11.

El Gerassi, 50 Meilen südlich von Khartoum (Andersson); Mweru-See (Boulenger).

Arthroleptis Smith.

A. minutus Blngr.

Boulenger, Proc. Zool. Soc. London, 1895, p. 539, Taf. XXX, Fig. 4.

Bahr-el-Ghazal (A. L. Butler). — Erst aus Westsomaliland bekannt.

Rappia Gthr.

Ich war nicht im stande, unter den mehr als 50 beschriebenen Arten dieser großen und schwierigen Gattung die drei sudanesischen Vertreter aufzufinden und muß daher annehmen, daß sie noch unbekannt sind.

R. papyri n. sp. (Taf. IV, Fig. 14).

Schnauze ähnlich wie bei *R. oxyrhynchus* zugespitzt, vorspringend mit gerader Kante und steil abfallender Zügelgegend, fast doppelt so lang wie der Augendurchmesser. Interorbitalraum mehr als doppelt so breit wie ein oberes Augenlid. Trommelfell verborgen. Kopflänge in der Totallänge etwas mehr wie dreimal enthalten. Finger mit kleinen Saugscheiben, nur am Grunde durch Schwimmhäute verbunden; Zehen ebenfalls mit kleinen Haftscheiben und etwa zwei Drittel Schwimmhäuten. Das Tibiotarsalgelenk erreicht den Augenvorderrand oder das Nasenloch.

Haut der Oberseite und der Kehle fein chagriniert oder gleichmäßig granuliert, auf dem Bauche und der Oberseite der Schenkel glatt.

Färbung im Leben hellgrün mit einem weißen Längsband jederseits von der Schnauzenspitze über das obere Augenlid und von da bis seitlich vom After. Diese Form findet sich in den Papyrussümpfen von Khor Attar und Mongalla. Die Exemplare aus den Sümpfen bei Gondokoro sind mehr bräunlich, die Längsstreifen mit feinen braunen Punktreihen oder Linien gesäumt und in der Rückenmitte von der Schnauzenspitze zum After gleichfalls eine braune Punktreihe oder Linie. Überdies sind feine braune Punkte namentlich auf dem Kopfe, aber auch auf Rücken und Gliedmaßen verstreut zu sehen. Femora unpigmentiert. Unterseite weißlich.

Totallänge 14 *mm*. ♂ mit deutlichem Kehlsack.

Diese Art lebt nur direkt im Sumpf, soweit der Boden mit Wasser bedeckt oder wenigstens sehr feucht ist. Hier sieht man sie zwischen den Papyrusstengeln herumspringen oder zusammengekauert nach Art unseres Laubfrosches in der Sonne schlafen.

R. pachyderma n. sp.

Schnauze kürzer als bei voriger Art, aber auch vorspringend, $1^1/_2$ mal so lang wie der Augendurchmesser, breit abgestutzt, mit vertikaler Zügelgegend und gerader Kante; Tympanum verborgen. Nasenloch etwas näher der Schnauzen-

spitze als dem Auge; Interorbitalraum breit. Kopf breiter als der Rumpf und mehr als halb so lang. Äußere Finger durch halbe Schwimmhäute verbunden; Zehen mit drei Viertel-Schwimmhäuten, ebenso wie die Finger mit kleinen Haftscheiben, Tibiotarsalgelenk reicht über den Augenvorderrand hinaus. Haut glatt, dick, lederartig, nur an einem schmalen Streifen an der Seite des Bauches granuliert.

Färbung im Leben kreideweiß, in der Schnauzen-, Zügel- und Schläfengegend bräunlich; auch Kehle und Bauch sowie die proximale Hälfte der Femora auf der Unterseite weiß; dagegen ist der Schenkel oberseits und die übrigen beim Sitzen verborgenen Teile der Oberseite der Füße pigmentlos. Länge 16 *mm* (♀).

Diesen Frosch sah ich an einem außerordentlich heißen Mittag in der offenen Steppe von Gondokoro auf einem kleinen Strauch vollkommen frei und schutzlos im Sonnenschein dasitzen. Ich hielt ihn anfangs für irgend einen jener Kleinschmetterlinge, die bei uns Vogelkot auf Blättern imitieren, überzeugte mich aber bald, daß ich einen Batrachier vor mir hatte, der in dieser Weise einer Temperatur, die im Schatten über 40° C. betrug, trotzte. Von einer Schleimsekretion war nichts zu bemerken. Die Haut fühlte sich vollkommen trocken an wie bei denjenigen Kröten, die in wasserarmen Gegenden gefunden werden. Ich glaube, daß sich solche Frösche nicht durch Schleimsekretion, sondern durch eine dicke, undurchlässige Haut und durch die rein weiße Färbung vor der Wirkung der Sonnenstrahlung, allzu starkem Wasserverlust und Eintrocknen schützen.

R. balfouri n. sp. (Taf. IV, Fig. 15).

Schnauze vorn abgerundet, wenig vorspringend, etwa $1^1/_3$mal so lang wie der Augendurchmesser, ebenso lang wie die Entfernung vom Auge zum Nasenloch; Zügelgegend schief, Schnauzenkante gerade. Interorbitalraum doppelt so breit wie ein oberes Augenlid. Tympanum verborgen. Rückenhaut fein gerunzelt oder glatt. Finger und Zehen mit mäßig großen Saugscheiben, die ersteren nur am Grunde, letztere bis etwa

zwei Drittel durch Schwimmhaut verbunden, Tibiotarsalgelenk reicht bis zum Vorderrande des Auges. Kehle, Bauch und Unterseite der Schenkel fein granuliert.

Färbung hellgraubraun mit Bronzeschimmer; eine schwarze Längsbinde vom Nasenloch zum Auge und von hier gegen die Hüfte ziehend, in der Mitte zwischen Vorder- und Hinterbeinansatz in eine Punktreihe sich auflösend; Tibia und Unterarm oben und außen mit einer braunen Längslinie; dunkle Punkte auf der Oberlippe, der Schläfengegend; Unterseite rotbraun, Unterkieferränder und After weißlich, braun gesprenkelt.

Jüngere Exemplare haben ein silbergraues Band oberhalb des dunklen dorsolateralen Längsbandes; dieses helle Band ist medianwärts durch eine Reihe brauner Punkte begrenzt; eine ähnliche Punktbinde beiderseits von der Medianlinie.

Das größte der vier mir vorliegenden Exemplare ist 21 *mm* lang; ich fand die Art im Grase an dem bei *Rana galamensis* erwähnten Sumpfe nächst Gondokoro, März 1905.

Cassina Gir.

C. senegalensis (DB.).

Boulenger, Cat. Batr. Sal., 1882, p. 131.
Peters, Mon. Ber. Ak. Wiss. Berlin, 1862, p. 379 *(Cystignathus)*.

Im Sudan bisher nur von Hartmann bei Werekat in Sennaar gefunden, ob freilich nicht mit *C. obscura* Blngr. aus Somali- und Gallaland identisch, kann nicht mehr festgestellt werden, da sich, wie mir Herr Kustos Prof. Tornier mitteilte, kein Belegexemplar im Berliner Museum vorfindet.

Engystomatidae.

Phrynomantis Ptrs.

Ph. microps Ptrs.

Peters, Mon. Ber. Ak. Wiss. Berlin, 1875, p. 210, T. 4, Fig. 6.
Tornier, Kriecht. Deutsch-Ostafrikas, p. 160.

Diese prächtig gefärbte Art erhielt ich in Khor Attar von den Schilluks, konnte aber keines selbst finden. Die Oberseite

ist lebhaft ziegel- oder mennigrot, in der Rückenmitte mit sehr deutlichem goldgrünen Metallschimmer; die dunklen Partien sind blauschwarz, die hellen Flecken auf den Gliedmaßen bläulichweiß.

Das größere meiner beiden Exemplare mißt 40 *mm*.

Von Peters für die Goldküste, von Tornier für Deutsch-Ostafrika erwähnt und vermutlich überall selten, ist die Art für den Sudan neu.

Hemisus Gthr.

H. sudanense (Stdchr.).

Boulenger, l. c., p. 178.

Steindachner, S. B. Ak. Wien, XLVIII, p. 191, Taf. I, Fig. 10 bis 13 *(Kakophrynus)* und Verh. Zool. bot. Ges. Wien, 1864, p. 284.

Andersson, l. c., p. 12.

Diese im tropischen Ostafrika weit verbreitete, aber eigentlich nirgends häufige Art lebt meist in der Erde vergraben und wird, wie dies auch für meine Exemplare gilt, welche aus Khor Attar und Mongalla stammen, bei Feldarbeiten gelegentlich gefunden. Ursprünglich wurde sie aus Kordofan beschrieben, Trägardh (Schwed. Exp.) sammelte sie bei Kaka am oberen Weißen Nil, A. L. Butler am Bahr-el-Ghazal. Nach Süden ist die Art bis Portugiesisch-Ostafrika, woher ich ein Exemplar besitze, nach Westen bis zum oberen Ubanghi (Mocquard) verbreitet. Aus Deutsch-Ostafrika nennt sie Tornier.

Färbung im Leben: Oberseite graubraun, dunkler marmoriert. Kehle, Seiten und Hinterseite der Oberschenkel grünlichgelb. Bauch, Unterseite der Gliedmaßen und Fersenschaufel weißlich. Der Frosch kann sich aufblasen wie *Breviceps*.

Bufonidae.

Bufo Laur.

B. pentoni Anders.

Anderson, On a new Species of Zamenis and a new Species of Bufo from Egypt. Ann. Mag. N. H. 6 (XII), 1893, p. 440, und l. c., p. 355, Taf. L, Fig. 4.

Peracca, Rettili ed Anfibi dell'Eritrea. Boll. Mus. Torino, XIX, 1904, Nr. 467, p. 6.

Suakin (Anderson).

Außerdem nur von den Ghedeni-Bergen, Erythräa (Peracca, leg. Tellini) bekannt.

B. dodsonii Blngr.

Boulenger, P. Z. S. London, 1895, p. 540, Taf. XXX, Fig. 5.

Diese erst aus Westsomaliland bekannte Kröte wurde von A. L. Butler bei Erkowit in 4000′ Höhe gefangen.

B. regularis Rss.

Boulenger, l. c., p. 298.
Anderson, l. c., p. 353, Taf. L, Fig. 3.
Andersson, l. c., p. 12.
Kammerer, l. c., p. 121.

Diese in ganz Afrika mit Ausnahme des paläarktischen Nordwestens sowie in Arabien verbreitete Art ist auch im Sudan überall häufig, dabei wenig variabel, von ägyptischen Exemplaren im allgemeinen nur durch die bedeutendere Größe sich unterscheidend. Entfernt von den Wasserläufen, also namentlich vom Nil und seinen Nebenflüssen, findet sie sich selten; in Ägypten wird sie im Delta stellenweise durch *Bufo viridis*, im Sudan im Küstengebiete durch die vorigen Arten ersetzt.

Andersson fand die Pantherkröte bei Mahmudia südlich von Omdurman, bei Kawa und dem Shellal Gebelein. Kammerer bei Kawa; meine Exemplare stammen von Gebel Sarsûr am Weißen Nil, von Khor Attar, Mongalla und Gondokoro.

Dactylethridae.

Xenopus Wagl.

X. muelleri Ptrs.

Boulenger, l. c., p. 457 (Part.) und Proc. Zool. Soc. London, 1905, p. 249.

Ich fing einige Exemplare, deren größte 43 bis 48 *mm* messen, in seichten, schlammigen Tümpeln am Fuße eines der Hügel südlich von Gondokoro. Oberseite dunkelolivenbraun, Unterseite hellgelb mit vereinzelten kleinen grauen Flecken. In

denselben Tümpeln leben auch von Fischen *Barbus Werneri, Anabas Petherici, Hemichromis bimaculatus* und *Nannaethiops unitaeniatus.*

Die Tiere leben vollständig aquatisch; gefangen, setzen sie sich mit ihren Krallen nachdrücklich zur Wehr und verdanken diesen sowie der außerordentlichen Glätte und Schlüpfrigkeit oft ihre Befreiung. Larven oder Junge wurden um diese Zeit (Mitte März) nicht angetroffen.

Ich stimme mit Boulenger vollständig darin überein, daß *X. petersii* Bocage mit *laevis* Daud. identisch ist; das Exemplar meiner Sammlung von Rio Coroca, Mossamedes, von Prof. Bocage selbst mir übersandt, stimmt auch in der Größe ganz mit vorgenannter Art überein. Die übrigen, von denen sich nur von *X. fraseri* Blngr. kein Material in meiner Sammlung befindet, lassen sich auf folgende Weise unterscheiden:

1. Innerer Metatarsalhöcker mit schwarzer Kralle 2
   Innerer Metatarsalhöcker ohne schwarze Kralle 4
2. Augen sehr klein ..... *X. calcaratus* Buchh. & Ptrs.
   Augen mäßig groß..... 3
3. Augententakel kurz, Vomerzähne fehlen *X. clivii* Peracca
   Augententakel lang, Vomerzähne vorhanden .....
   X. fraseri Blngr.
4. Augententakel kurz; keine Vomerzähne; innerer Metatarsalhöcker stumpf, wenig vorragend ....*X. laevis* Daud.
   Augententakel lang, Vomerzähne vorhanden, Metatarsalhöcker spitz .....*X. muelleri* Ptrs.

Die Verbreitung der sudanesischen Reptilien und Batrachier.

Schon bei flüchtigem Überblick über die vorstehend genannten Arten kann man sehen, daß wir es im Sudan mit Angehörigen zweier vollständig verschiedener Faunengebiete, des paläarktischen und äthiopischen, zu tun haben; und da diese beiden Faunengebiete in ihren im Sudan aneinandergrenzenden Teilen einen viel verschiedeneren Vegetationscharakter besitzen als etwa in den echt tropischen Distrikten der äthiopischen und orientalischen Region, so ist die Faunen-

grenze für diese beiden Wirbeltiergruppen im Sudan eine außergewöhnlich scharfe und nur wenige, fast ausnahmslos aquatische und im Nil lebende Arten durchbrechen, längs des Nils nach Norden vordringend, diese Grenzlinie und gelangen sogar nach Ägypten *(Crocodilus, Trionyx, Varanus niloticus, Bufo regularis, Rana mascareniensis; Psammophis sibilans, Naia nigricollis, Mabuia quinquetaeniata, Dasypeltis scabra).*

Die übrigbleibenden Arten sind nun entweder echte Wüstenbewohner oder aber tropische Formen und die Scheidung ist hier eine so weitgehende, daß z. B. die weitverbreitete Sandrennschlange *Psammophis sibilans* im Wüstengebiete des Nordens des Sudan in der typischen, auch in Ägypten vorkommenden Form, im tropischen Teile des Sudan in der weit größeren und stärkeren Varietät *irregularis* Fischer auftritt. Die tropische *Agama colonorum*-Gruppe gibt in das paläarktische Gebiet sowohl im Westen (Marokko, Westalgerien: *A. bibronii*) als auch im Osten (Suakin, Abessynien: *A. spinosa*) einen Ausläufer ab.

Als paläarktische Wüstentiere dürfen wir ansehen: *Stenodactylus, Tropiocolotes, Pristurus, Ptyodactylus, Hemidactylus turcicus, Tarentola annularis, Agama sinaita* und *pallida*, *Uromastix, Varanus griseus, Acanthodactylus, Eremias* (mit Ausnahme von *spekii*), *Scincus, Scincopus, Chalcides*; ebenso *Chamaeleon basiliscus,* welches einer vorwiegend paläarktischen Gruppe der Gattung angehört, wenigstens zwei *Glauconia*-Arten *(cairi* und *macrorhynchus)*, alle *Eryx*-Arten, beide *Zamenis, Lytorhynchus, Tarbophis, Coelopeltis, Psammophis schokari* sowie *Cerastes* und *Echis.* Bei *Tarentola ephippiata* und *Latastia longicaudata* ist die Stellung einigermaßen zweifelhaft. Die nähere Verwandtschaft ist entschieden paläarktisch, doch kommen beide im wesentlichen im äthiopischen Teil Afrikas vor und dringen nur wenig ins paläarktische Gebiet ein; man darf ferner nicht vergessen, daß auch in der äthiopischen Region ausgedehnte Gebiete vorkommen, die vollkommen den Wüsten von Nordafrika entsprechen und paläarktische Genera *(Eremias, Scapteira)* oder nahe Verwandte derselben *(Ptenopus)* beherbergen. Auch im äthiopischen Sudan gibt es Enklaven mit Wüstenhabitus, wie z. B. bei Melut. Von

den Amphibien des Sudan gibt es keine einzige Art, die man als eigentlich paläarktisch bezeichnen könnte.

Diesen Formen stehen als unzweifelhaft tropisch gegenüber: *Hemidactylus brookii*, der den *turcicus* im äthiopischen Teil des Sudan ablöst und nach Tornier vielleicht nicht mehr als subspezifisch verschieden ist; *H. floweri*, der den somalischen *tropidolepis* Mocq. und den deutsch-ostafrikanischen *squamulatus* Torn. vertritt; ferner der bloß in der Form *gutturalis* vertretene *Lygodactylus picturatus*, *Agama colonorum* und *spinosa*, *Varanus ocellatus* und der nilabwärts bis Ägypten vorgedrungene, dennoch aber echt äthiopische *niloticus*, *Eremias spekii*, einem äthiopischen Zweig einer paläarktischen Gattung angehörig, *Gerrhosaurus*, alle *Mabuia*-Arten, *Chamaeleon gracilis* und *laevigatus*, auch *M. quinquetaeniata*, die längs des Nils Ägypten erreicht hat, aber nicht der Wüstenfauna angehört, wie dies für alle paläarktischen Sudanesen wenigstens fakultativ gilt.

Echt tropisch sind auch beide *Typhlops*, *Python*, *Tropidonotus olivaceus* (einer gänzlich anderen Gruppe als die paläarktischen Arten angehörig), *Boodon*, *Simocephalus*, *Chlorophis*, *Philothamnus*, *Scaphiophis*, *Dasypeltis*, *Leptodira*, *Rhamphiophis*, *Dromophis*, *Amplorhinus*, die var. *irregularis* von *Psammophis sibilans* (und *P. biseriatus*; diese Art geht freilich über die Grenzen der äthiopischen Region etwas hinaus!), *Chilorhinophis*, *Aparallactus*, *Dispholidus*, *Bitis* und *Causus*; vielleicht auch *Naia*, wenngleich die eine Art in Nordafrika so weit verbreitet ist, daß sie mindestens für die Jetztzeit als Angehörige der Paläarktis angesehen werden darf; außerdem aber alle sudanesischen Batrachier; von ihnen sind *B. regularis* und *Rana mascareniensis* wieder Nilanwohner und dem Strom entlang in die paläarktische Region eingewandert; *Bufo dodsoni* und *pentoni*, *Rana delalandii* sind auf den Osten des Nilgebietes beschränkt; hieher würde auch die *Cassina* zu stellen sein, wenn es etwa *obscura* sein sollte.

Von den paläarktischen Arten sind einige, wie *Stenodactylus*, *Ptyodactylus*, *Hemidactylus*, *Uromastix acanthinurus*, *Varanus*, *Acanthodactylus*, *Eremias guttulata*, *Scincus* und *Scincopus*, *Chalcides ocellatus*, *Eryx jaculus*, *Zamenis* und

Lytorhynchus diadema, Coelopeltis, Psammophis schokari, Cerastes und *Echis* in Nordafrika weit verbreitet und zum Teil noch in den Wüsten Westasiens zu Hause; ein anderer Teil ist nur mit Ägypten oder Abessynien und den Somali- und Gallaländern gemeinsam, wie *Pristurus* (nicht in Ägypten), *Tarentola annularis, Agama pallida* (nur in Ägypten), *sinaita* (Ägypten, Sinai), *Uromastix ocellatus* (nicht in Ägypten), *Eremias mucronata, Eryx thebaicus, Zamenis florulentus* (nur in Ägypten), *Tarbophis*; eine kleine Anzahl findet sich außerdem noch am Senegal, nicht aber in Ägypten *(Tarentola ephippiata, Latastia).*

Von den tropischen Formen sind einige rein ostafrikanisch oder gehen bis zum Kap und Angola südwärts; andere wieder sind wahrscheinlich quer durch Afrika bis zum Senegal verbreitet, ein dritter Teil überhaupt dem größten Teil der äthiopischen Region angehörig. Zur ersten Gruppe gehören *Lygodactylus picturatus* (die var. *picturata* allerdings zur zweiten Gruppe gehörig), *Varanus ocellatus, Eremias spekii, Mabuia striata, Chamaeleon laevigatus, Typhlops Schlegelii, Chlorophis emini, Rhamphiophis, Aparallactus, Dispholidus, Rana adspersa, delalandii, Phrynobatrachus natalensis, Hemisus, Xenopus*; zur zweiten *Hemidactylus brookii, Python regius, Rana occipitalis, galamensis* und *venusta, Megalixalus, Cassina, Phrynomantis* (Verbreitung wahrscheinlich, wie die der Fische, durch das Nil-Tsad-Niger-Senegal-System); zur dritten *Agama colonorum, Varanus niloticus, Gerrhosaurus, Mabuia quinquetaeniata* und *maculilabris, Chamaeleon gracilis, Typhlops punctatus, Python Sebae, Tropidonotus, Boodon* (die var. *plutonis* allerdings zur zweiten Gruppe zu rechnen!), *Chlorophis irregularis, Philothamnus, Leptodira, Dromophis, Psammophis sibilans irregularis, Bitis, Causus.* Die erstgenannten Arten sind Formen der Savanne, die letztgenannten dagegen haben sich anscheinend auch im Urwald der westafrikanischen Subregion heimisch gemacht, obwohl dies durchaus nicht für alle feststeht, da biologische Angaben nicht in genügendem Ausmaße vorliegen. Die erstgenannten Arten leben in Westafrika nirgends nördlich vom Äquator, sogar nicht einmal nördlich vom Congo, die meisten gehen überhaupt nicht bis zur atlantischen Küste Afrikas *(Varanus ocellatus, Eremias, Chamaeleon laevigatus, Typhlops Schlegelii,*

Chlorophis emini, Rhamphiophis, Aparallactus, Hemisus, Xenopus). Von der zweiten Gruppe ist dagegen nur *Rana occipitalis* südlich vom Congo gefunden worden; hieher würden auch noch die beiden Reptilien *Tarentola ephippiata* und *Latastia longicaudata* gehören, die vom Roten Meer bis zum Atlantischen Ozean verbreitet sind.

Eine der afrikanischen Fauna überhaupt nicht zugehörige Art ist der indische *Hemidactylus flaviviridis*, dessen Vorkommen in Afrika sich auf einige Küstenorte des Roten Meeres beschränkt.

Bei der großen Verbreitung der sudanesischen Arten ist es nun sehr auffallend, daß die Übereinstimmung mit Abessynien, den Somali- und Gallaländern, die dank der Tätigkeit zahlreicher Forscher in den letzten Dezennien zu den zoologisch bestbekannten Afrikas gehören,[1] vorwiegend auf weiter verbreitete Arten beschränkt, und zwar (abgesehen von *Crocodilus, Cinixys, Testudo* und *Pelomedusa*) auf folgende: *Stenodactylus Pristurus, Hemidactylus turcicus* und *brookii, Lygodactylus* (der Varietät nach verschieden), *Ptyodactylus* (der Varietät nach verschieden), *Tarentola, Agama spinosa* und *colonorum, Uromastix ocellatus, Varanus ocellatus* und *niloticus, Acanthodactylus boskianus* und *scutellatus, Eremias mucronata, guttulata* und *sextaeniata, Latastia, Gerrhosaurus, Mabuia quinquetaeniata, brevicollis* und *striata, Chalcides ocellatus, Chamaeleon basiliscus* und *gracilis, Python Sebae, Eryx thebaicus, Tropidonotus, Boodon, Philothamnus, Tarbophis, Leptodira,* alle drei *Psammophis*-Arten, *Dispholidus, Aparallactus*, beide *Naia, Causus, Bitis, Echis.* Während sich in der Reptilienfauna immerhin eine gewisse Übereinstimmung zeigt, obwohl von dem Reichtum an *Hemidactylus-, Agama-, Eremias-, Mabuia-, Chamaeleon-, Psammophis-,* aber auch noch an *Latastia-*,

[1] Vergl. u. a. Boulenger, A List of the Reptiles and Batrachians of Somaliland and Gallaland (Ann. Mus. Genova, Serie 2*a*, XVII, 1897, p. 275), und: Concluding Report of the late Capt. Bottego's Collection of Reptiles and Batrachians from Somaliland and British East Africa (ibid. XVIII, 1898, p. 715). — Peracca, Rettili ed Anfibi dell' Eritrea (Boll. Mus. Torino, XIX, 1904, Nr. 467). — Tornier, Schildkröten und Eidechsen aus Nordostafrika und Arabien (Zool. Jahrb. Syst., XXII, 1905, p. 365).

Typhlops- und *Zamenis*-Arten nur wenig im Sudan sich findet, ist die Übereinstimmung bei den Batrachiern eine minimale; sie beschränkt sich auf *Arthroleptis minutus*, zwei *Rana*-Arten *(mascareniensis* und *delalandii)* und drei *Bufo*-Arten *(dodsoni, pentoni* und *regularis)*; die *R. adspersa* des Sudan ist durch *ornata, Phrynobatrachus natalensis* durch *acridoides* und *tellinii,* die drei vorstehend beschriebenen *Rappia*-Arten durch *viridiflava* und *cinctiventris, Megalixalus leptosomus* durch *gramineus, Cassina senegalensis* durch *obscura, Phrynomantis microps* durch *bifasciata, Xenopus muelleri* durch *clivii* ersetzt. Von den 24 erythräisch-somalischen Arten ist also bloß ein Viertel mit dem sudanesischen Gebiete gemeinsam. Hier sieht man ebenso wie bei den Fischen die weitgehende Scheidung des äthiopischen und megapotamischen (Boulenger) Stromgebietes, da die Verteilung der Wasserläufe für die der Batrachier ja von bedeutend größerem Einfluß ist, wie bei den Reptilien. So sind von den gemeinsamen Arten drei im Sudan auf den äußersten Osten beschränkt *(Rana delalandii, Bufo dodsoni* und *pentoni)*; zwei sind panäthiopisch, nur eine *(Arthroleptis minutus)* ist im Sudan erst westlich vom Nil gefunden worden. Es ist höchstwahrscheinlich, daß auch die *Cassina* von Sennaar nicht *senegalensis*, sondern die somalische *obscura* ist.

Betrachten wir die Reptilien beider Gebiete näher, so findet man immerhin manchen tiefgreifenden Unterschied; wichtiger ist hier oft, was nicht gemeinsam ist, als die identischen Arten. Daß von 10 *Hemidactylus* und von 15 *Agama* nur je zwei in beiden Gebieten vorkommen, ebenso nur eine von vier *Latastia*-, zwei von acht *Eremias*-, ebenso nur je drei von acht *Mabuia*- und zwei von sechs *Chamaeleon*-Arten, daß die *Typhlops*- und *Zamenis*-Arten vollkommen verschieden sind, scheint mir sehr bemerkenswert und charakteristisch zu sein. Ich möchte die Artenarmut des Sudan auf die außerordentliche Gleichförmigkeit der Vegetations- und Bodenverhältnisse zurückführen, da nur zwei Vegetationsformen — Wüste und Steppe, beziehungsweise Savanne — in Erscheinung treten und höhere Berge oder Gebirgsketten bis in beträchtliche Entfernung vom Nil völlig fehlen, während die niedrigeren Hügel die Fauna der Nilebene

aufweisen. Soweit aus dem Studium der Literatur hervorgeht, sind auch die Verhältnisse im Gazellenfluß- und Sobatgebiete nicht so weit verschieden, daß etwa Angehörige einer wesentlich verschiedenen Fauna daselbst gefunden werden könnten; dagegen ist die Auffindung kleiner endemischer Formen von Wurm- und anderen kleinen Schlangen sowie von Batrachiern mit Sicherheit zu erwarten. Eidechsen, soweit sie nicht unterirdisch leben, werden von einem halbwegs geübten Sammler bei auch nur einigermaßen längerem Aufenthalte zum größten Teile aufgefunden werden können; ihre meist beträchtliche Individuenanzahl und die Lebhaftigkeit ihrer Bewegungen läßt die nächtlich lebenden mit der Zeit ebenso entdecken, wie diejenigen, welche sich bei Tag herumtreiben und bleiben ebenso wie Schildkröten und Krokodile kaum dauernd unbekannt, wenn man sich mit den Eingebornen ins Einvernehmen setzt und sie durch gute Abbildungen (falls man den exakten einheimischen Namen noch nicht weiß) darauf aufmerksam macht. Nicht so die Schlangen, die fast ausnahmslos vereinzelt leben, in der Trockenzeit viel mehr verborgen bleiben (was sie bei ihrer geringen Lebensenergie und des daraus resultierenden geringeren Nahrungsbedarfes wegen leicht tun können); ihre Auffindung ist, wenn wir von einigen der häufigsten Arten absehen, rein Sache des Zufalls und es kann dem sammelnden Herpetologen passieren, daß er eine Art, die aus der betreffenden Gegend noch unbekannt ist, am ersten Tage seines Aufenthaltes erhält, dann aber nie mehr wieder.

Bei den Batrachiern spielt die nächtliche, bei Tage verborgene Lebensweise und die Unzugänglichkeit der Schlupfwinkel eine große Rolle; Arten, die, wie unser *Pelobates fuscus*, in tiefen Erdlöchern leben *(Rana adspersa, Hemisus)*, solche, die im unzugänglichen Sumpf sich aufhalten, erhält man nur ganz zufällig.

Die Zahl der endemischen Arten des Sudan ist gar nicht gering, besonders wenn man in Betracht zieht, wie relativ gut die südlichen und östlichen Nachbargebiete bekannt sind. Schon eine der Schildkröten (*Cyclanorbis oligotylus* Siebenr.) muß als spezifisch ostsudanesische Art betrachtet werden. Dasselbe gilt für *Hemidactylus floweri*. Von den Agamiden

möchte ich *Agama hartmanni* Ptrs. vorläufig als endemische Art des Nordsudan aufrecht erhalten trotz der Angabe Mocquard's und Anderson's. Von den Scinciden sind zwei *Mabuia*-Arten *(wingatii* und *mongallensis)* für den tropischen, *Chalcides delislii* für den nördlichen Sudan charakteristisch. Von Schlangen finden wir *Glauconia dissimilis, Eryx muelleri, Simocephalus butleri, Leptodira attarensis* und als einzige endemische Gattung *Chilorhinophis.* Unter den Batrachiern sind *Rana cordofana*, zwei der drei vorstehend beschriebenen *Rana-* und alle *Rappia*-Arten als bisher rein ostsudanesisch zu betrachten, so daß die Zahl für das ganze Gebiet 11 Reptilien und 6 Batrachier beträgt, von denen 3 Eidechsen, 2 Schlangen und 5 Batrachier hier zum ersten Male beschrieben erscheinen.

Im ganzen sind derzeit aus dem Sudan bekannt:

1 Krokodil,
7 Schildkröten,
39 Eidechsen (je 11 Geckoniden und Scinciden, 7 Agamiden, 3 Varaniden, 6 Lacertiden, 1 Gerrhosauride),
3 Chamäleons (und eine zweifelhafte Art),
40 Schlangen (2 Typhlopiden, 3 Glauconiiden, 5 Boiden, 26 Colubriden, 4 Viperiden),

zusammen also 91 Reptilien; ferner:

22 Amphibien (16 Raniden, 2 Engystomatiden, 3 Bufoniden, 1 Xenopodide).

Dagegen sind aus Somali- und Gallaland nachgewiesen außer derselben Krokodilspezies und 6 Schildkröten:

76 Eidechsen,
7 Chamäleons,
55 Schlangen,

zusammen 145 Reptilien und

20 Batrachier (13 Raniden, 2 Engystomatiden, 5 Bufoniden).

Diese Erörterungen werden durch folgende Tabellen belegt.

Erste Gruppe: **Paläarktische Arten.**	Westafrika	Nordwestafrika	Ägypten	Abessynien (inklusive Erythräa)	Somaliland und Gallaland	Ostafrika (Britisch- und Deutsch-)	Syrien	Arabien (inklusive Sinai)	Persien	Nordwestindien	Kleinasien, Armenien, Mesopotamien	Transcaspien	Südosteuropa	Südwesteuropa
Stenodactylus elegans	1	1	1	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—
Tropicolotes steudneri	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pristurus flavipunctatus	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Ptyodactylus hasselquisti	1	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Hemidactylus turcicus	—	1	1	1	1*	—	1	1*	1	1	1	—	1	—
(* = var. *sinaita*).														
Tarentola annularis	—	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Agama sinaita	—	1	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—
Agama pallida	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Uromastix ocellatus	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Uromastix acanthinurus	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Varanus griseus	—	1	1	—	—	—	1	1	1	1	—	1	—	—

Acanthodactylus boskianus	—	1	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
Acanthodactylus scutellatus	1	1	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Eremias mucronata	—	—	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Eremias guttulata	—	1	1	1	1	—	1	1	1	1	—	—	—	—
Scincus officinalis	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Scincopus fasciatus	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chalcides ocellatus	—	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	—	1	1
Chamaeleon basiliscus	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Glauconia cairi	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Glauconia macrorhynchus	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (?)	—	—	—
Eryx thebaicus	—	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Eryx jaculus	—	1	1	—	—	—	1	1	1	—	1	1	1	—
Zamenis florulentus	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zamenis diadema	—	1	1	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—
Lytorhynchus diadema	—	1	1	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—
Tarbophis obtusus	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Coelopeltis moilensis	—	1	1	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—
Psammophis schokari	—	1	1	1	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—
Naia haie	—	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Cerastes cornutus	—	1	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
Echis carinatus	1	1	1	1	1	—	—	—	1	1	—	1	—	—
	5	20	28	15	14	2	14	18	11	7	4	3	3	2

	Westafrika	Nordwestafrika	Ägypten	Abessynien (inklusive Erythräa)	Somaliland und Gallaland	Ostafrika (Britisch- und Deutsch-)	Syrien	Arabien (inklusive Sinai)	Persien	Nordwestindien	Kleinasien, Armenien, Mesopotamien	Transcaspien	Südosteuropa	Südwesteuropa
Erste Gruppe: **Paläarktische Arten.**														
Stenodactylus elegans	1	1	1	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—
Tropiocolotes steudneri	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pristurus flavipunctatus	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Ptyodactylus hasselquisti	1	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Hemidactylus turcicus (* = var. *sinaita*).	—	1	1	1	1*	—	1	1*	1	1	1	—	1	1
Tarentola annularis	—	—	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Agama sinaita	—	—	1	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—
Agama pallida	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Uromastix ocellatus	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Uromastix acanthinurus	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Varanus griseus	—	1	1	—	—	—	1	1	1	1	—	1	—	—
Acanthodactylus boskianus	—	1	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
Acanthodactylus scutellatus	1	1	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Eremias mucronata	—	—	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Eremias guttulata	—	1	1	1	1	—	1	1	1	1	—	—	—	—
Scincus officinalis	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Scincopus fasciatus	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chalcides ocellatus	—	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	—	1	—
Chamaeleon basiliscus	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Glauconia cairi	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Glauconia macrorhynchus	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (?)	—	—	—
Eryx thebaicus	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Eryx jaculus	—	1	1	—	—	—	1	1	1	—	1	1	1	—
Zamenis florulentus	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zamenis diadema	—	1	1	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—
Lytorhynchus diadema	—	1	1	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—
Tarbophis obtusus	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Coelopeltis moilensis	—	1	1	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—
Psammophis schokari	—	1	1	1	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—
Naia haie	—	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Cerastes cornutus	—	1	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
Echis carinatus	1	1	1	1	1	—	—	—	1	1	—	1	—	—
	5	20	28	15	14	2	14	18	11	7	4	3	3	2

	Senegambien	Niger-Gebiet	Kamerun	Gabun	Congo	Angola	Deutsch-Südwest-afrika	Südafrika	Südostafrika (Deutsch- und Portugiesisch-)	Britisch-Ostafrika	Somaliland und Gallaland	Abessynien (inklu-sive Erythräa	Ägypten	Sonstiges Vorkommen
Zweite Gruppe:														
Äthiopische Arten.														
Hemidactylus brookii	1	1	1	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	Indien
Tarentola ephippiata	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	
Lygodactylus picturatus	—	1*	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	
(* = var. *gutturalis*).														
Agama spinosa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	
Agama colonorum	1	1	1	1	1	1	—	—	1	1	1	1	—	
Varanus ocellatus	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	
Varanus niloticus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Arabien
Latastia longicaudata	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	
Eremias spekii	—	-	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	
Gerrhosaurus flavigularis	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	
Mabuia maculilabris	—	1	1	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	
Mabuia brevicollis	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	Arabien
Mabuia quinquetaeniata	1	1	1	—	—	1	—	1	1	—	1	—	1	Arabien
Mabuia striata	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	1	—	—	

Lygosoma laeviceps	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	
Chamaeleon gracilis	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	1	1	—	
Chamaeleon laevigatus	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	
Typhlops punctatus	1	1	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	
Typhlops Schlegelii	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	
Python Sebae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	
Python regius	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tropidonotus divaceus	—	1	—	1	1	1	—	—	1	—	1	—	—	
Boodon lineatus	—	1*	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	
(* = var. *plutonis*).														
Chlorophis emini	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chlorophis irregularis	1	1	1	1	1	1	—	—	1	1	—	—	—	
Philothamnus semivariegatus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	
Scaphiophis albopunctatus	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	
Dasypeltis scabra	1	1	1	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Leptodira hotamboeia	1	1	1	—	1	1	—	1	1	1	1	—	—	Tripolis
Rhamphiophis rubropunctatus	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	
Dromophis lineatus	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	
Amplorhinus nototaenia	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	—	—	
Psammophis biseriatus	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	
Psammophis sibilans	1	1	1	1	1	1	—	—	1	1	1	1	1	
Dispholidus typus	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	—	
Aparallactus concolor	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	
Naia nigricollis	1	1	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	
Causus resimus	—	—	—	—	—	1	—	—	1	1	1	—	—	
Bitis arietans	1	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	—	Südarabien, Südmarokko
	15	19	12	10	16	10	9	10	30	26	27	16	6	

	Senegambien	Niger-Gebiet	Kamerun	Gabun	Congo	Angola	Deutsch-Südwestafrika	Südafrika	Südostafrika (Deutsch- und Portugiesisch-)	Britisch-Ostafrika	Somaliland und Gallaland	Abessynien (inklusive Erythräa	Ägypten	Sonstiges Vorkommen
Zweite Gruppe: **Äthiopische Arten.**														
Hemidactylus brookii	1	1	1	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	Indien
Tarentola ephippiata	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
Lygodactylus picturatus	—	1*	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	
(* = var. *gutturalis*).														
Agama spinosa	—	—	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
Agama colonorum	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	-	
Varanus ocellatus	—	—	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	
Varanus niloticus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Latastia longicaudata	1	—	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	Arabien
Eremias spekii	—	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	
Gerrhosaurus flavigularis	—	—	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	
Mabuia maculilabris	—	1	1	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	
Mabuia brevicollis	—	—	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	Arabien
Mabuia quinquetaeniata	1	1	1	-	-	1	-	1	1	-	1	-	1	Arabien
Mabuia striata	—	-	-	-	-	1	1	-	1	1	1	-	-	
Lygosoma laeviceps	—	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	
Chamaeleon gracilis	—	1	1	1	1	-	-	-	-	-	1	1	-	
Chamaeleon laevigatus	—	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	
Typhlops punctatus	1	1	1	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	
Typhlops Schlegelii	—	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
Python Sebae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	
Python regius	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tropidonotus divaceus	—	1	-	1	1	1	-	-	1	-	1	-	-	
Boodon lineatus	—	1*	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	
(* = var. *plutonis*).														
Chlorophis emini	—	—	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Chlorophis irregularis	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	
Philothamnus semivariegatus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	
Scaphiophis albopunctatus	—	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	
Dasypeltis scabra	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Leptodira hotamboeia	1	1	1	-	1	1	-	1	1	1	1	-	-	Tripolis
Rhamphiophis rubropunctatus	—	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	
Dromophis lineatus	—	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
Amplorhinus nototaenia	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	
Psammophis biseriatus	—	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	
Psammophis sibilans	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	1	
Dispholidus typus	—	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	-	
Aparallactus concolor	—	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	
Naia nigricollis	1	1	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	
Causus resimus	—	-	-	-	-	1	-	-	1	1	1	-	-	
Bitis arietans	1	—	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	-	Südarabien, Südmarokko
	15	19	12	10	16	10	9	10	30	26	27	16	6	

	Senegambien	Niger-Gebiet	Kamerun	Gabun	Congo	Angola	Deutsch-Südwest-afrika	Südafrika	Südostafrika (Deutsch- und Portugiesisch-)	Britisch-Ostafrika	Somaliland und Gallaland	Abessynien (inklu-sive Erythräa)	Ägypten	Sonstiges Vorkommen
Rana occipitalis	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	
Rana adspersa	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	—	—	—	
Rana delalandii	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	1	1	—	
Rana mascareniensis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Madagascar Mascarenen Seychellen
Rana venusta	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	
Rana galamensis	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	
Megalixalus leptosomus	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	
Phrynobatrachus natalensis	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	—	—	
Phrynobatrachus perpalmatus	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
Arthroleptis minutus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	
Cassina senegalensis	1	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	
Phrynomantis microps	—	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	
Hemisus sudanense	—	1	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	
Bufo dodsoni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	
Bufo pentoni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	
Bufo regularis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Xenopus muelleri	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	
	5	5	2	3	5	7	4	6	12	5	5	4	2	

Zur Oecologie, beziehungsweise Ethologie der sudanesischen Reptilien und Batrachier.

Nachstehende Mitteilungen über die Lebensweise beziehen sich ausschließlich auf die von mir selbst südlich von Khartoum beobachteten Arten. Auf Vollständigkeit in irgendwelcher Beziehung können sie bei der relativ kurzen Beobachtungszeit keinen Anspruch machen.

A. Vorkommen.

Von den sudanesischen Reptilien und Batrachiern bewohnt außer den vorwiegend aquatischen Arten eine nicht unbeträchtliche Zahl von Arten die sumpfigen, mit Papyrus und Sumpfgras bewachsenen Ufer des Stromes und der angrenzenden Sümpfe. Sie haben niemals bestimmte Schlupfwinkel, weil ihnen das dichte Gewirr des Ufergrases, welches oft einen Gürtel von Kilometerbreite am Ufer bildet (wie z. B. am linken Ufer des Weißen Nils gegenüber Khor Attar), stets ausreichenden Schutz bietet. Von diesen Arten sind *Cyclanorbis* und *Trionyx*, welche das Wasser überhaupt niemals verlassen, sowie *Crocodilus*, welches solche Teile des Stromes, wo die Ufer sanft abfallen und entweder kahl oder mit kurzem Gras bewachsen sind, vorzieht, auszunehmen; echte Bewohner des Schilf- und Papyrusgürtels sind dagegen *Varanus niloticus*, *Python Sebae*, *Chlorophis irregularis*; aber auch die *Leptodira*-Arten, welche sich von Batrachiern ernähren, halten sich nicht weit vom Wasser auf, wenngleich sie die grasigen Flächen an den Khors, welche unseren heimischen Sumpfwiesen gleichen, den Nilufern vorziehen. Von den Batrachiern fanden sich mit Ausnahme von *Rappia pachyderma* alle in der Nähe des Stromes oder von Sümpfen, welche von Khors übrig geblieben sind.

Unter den Angehörigen der Savannenfauna sind die Baumbewohner sehr zahlreich; ihnen gehören die Hauptmasse der Eidechsen und die Chamäleons an, also *Lygodactylus*, *Agama colonorum*, beide häufigen *Mabuia*-Arten sowie *Dispholidus* von den Schlangen; Bodenformen sind dagegen *Eremias Spekii*,

Varanus ocellatus, *Typhlops*, *Boodon*, *Rhamphiophis*, *Chilorhinophis*, *Naja*, *Bitis* und *Causus* (*Philothamnus* wurde mir bereits tot gebracht und ich konnte über ihre Provenienz nichts erfahren); da übrigens sowohl die Puffotter als *Causus* und *Naja* von Batrachiern leben, so dürften sie sich kaum weit vom Wasser entfernen und sind auch die von mir mitgebrachten Belegexemplare in geringer Entfernung vom Strom gefangen.

Eine Anzahl der Savanneneidechsen sind Bewohner der Negerhütten und überhaupt menschlicher Wohnungen geworden. *Hemidactylus brookii* fand ich viel seltener unter trockenen Erdschollen oder unter Brettern als in Häusern, *Lygodactylus* in Mongalla als Bewohner des Hauses des Kommandanten, sonst aber freilich meist im Freien an Bäumen; in Gondokoro war *Agama colonorum* und *Mabuia quinquetaeniata* häufiger als Hausbewohner als im Freien anzutreffen; dagegen sah ich *Mabuia striata*, die sonst als regelmäßiger Bewohner der Dächer der afrikanischen Negerhütten gilt, im Sudan nur im Freien.

Der Umstand, daß Steine und umgestürzte Baumstämme, die anderswo den Reptilien so häufig Obdach bieten, im Tale des oberen Nils fast vollständig fehlen, beziehungsweise unter den gelegentlich bei Gondokoro zu findenden gefällten Dumpalmenstrünken regelmäßig Ameisen und Termiten ihre Ansiedlungen haben, macht viele Reptilien zu Bewohnern von Bäumen, deren Krone, Rindenspalten und etwaige Löcher ihnen zum Aufenthalte dienen. Die Abneigung, mit Termiten und Ameisen zusammen zu wohnen (bei Khor Attar fand ich unter den angeschwemmten Papyrusstrünken, die dort als Schlupfwinkel für Bodenbewohner die Dumpalmenblöcke vertreten, neben den Kolonien obgenannter Insekten niemals Reptilien, dagegen oft zahlreiche *Phrynobatrachus natalensis*), hindert die meisten Eidechsen jedoch nicht, sich ihrer in ausgiebigster Weise als Nahrung zu bedienen. Neben Termiten und Ameisen kommen noch Heuschrecken und Käfer als Eidechsennahrung in Betracht.

B. Schutzfärbung.

So auffallende Beispiele von Schutzfärbung wie die Wüsten Nubiens und Ägyptens kennt die Fauna des eigentlichen Sudans

nicht; und das ist sehr begreiflich. Ihm fehlt die Konstanz der Bodenfärbung durch alle Jahreszeiten, wie sie den Wüstenboden auszeichnet. Eine üppig grüne Vegetation der Regenzeit wechselt zur Trockenzeit mit der fahlgelben Färbung des Steppengrases ab; wollten die Bewohner diesen Farbenwechsel der Vegetation mitmachen, so müßten sie selbst mit Farbwechselvermögen begabt sein. Aber nicht einmal alle diejenigen Arten, die in einer vergleichsweise farbenbeständigen Umgebung leben, zeigen Anpassungsfärbung, die Sumpfbewohner, deren Aufenthaltsorte von der Trockenzeit relativ wenig berührt werden, also vor allem die Batrachier, weisen durchwegs eine im allgemeinen von dem der Umgebung sich abhebende Färbung auf und sind infolge der im Sonnenschein auftretenden Aufhellung der Färbung stets deutlich sichtbar; weit weniger gilt dies von den Reptilien.

Von den Savannentieren haben die Baumbewohner entweder Farbenwechsel *(Lygodactylus, Agama, Chamaeleon)* in größerem oder geringerem Grade oder sie sind in ihrer Färbung zum Teil völlig unabhängig von der Umgebung. Eines der besten Beispiele bietet die Baumschlange *Dispholidus*, welche auf einem ganz kleinen Areal in drei verschiedenen Farbenvarietäten angetroffen wurde. Einen Schutz durch die Färbung haben von ihnen allen sicherlich die Chamäleons; die Geckonen und die genannte Baumschlange schützt die — namentlich bei dieser außerordentliche — Schnelligkeit der Bewegungen, während sie selbst bei vollkommen ruhiger Haltung ihrer Beute kaum auffallen; *Lygodactylus* ist auch durch aktive Farbenanpassung, die Schlange hingegen auch dann, wenn sie keine Schutzfärbung trägt, durch ihren Aufenthalt in dem stachligen Dickicht der Akazienkronen (vergl. auch die Tagfalter der Gattung *Teracolus*, welche bei Verfolgung durch Vögel sofort in Dornbüsche flüchten — daher ihr oft sehr zerzaustes Aussehen!) geschützt. — *Agama colonorum* hat einen ausgesprochenen Farbenwechsel nur im ♂, dessen Prachtkleid bei intensiver Besonnung sich deutlich von der Unterlage abhebt; im Schatten tritt eine unauffällige gelbbraune Savannenfärbung auf.

Unter den Bodentieren der Savanne aus der Reptilienklasse ist kaum irgend eine genau bodenfarbige Art; sogar die

häufige *Psammophis irregularis* ist stets etwas dunkler als die Umgebung. Am besten stimmt noch *Eremias spekii, Varanus ocellatus* und *Rhamphiophis* mit der Bodenfärbung überein. *Psammophis* ist wahrscheinlich wie *Dispholidus* durch enorme Schnelligkeit gegen die meisten Feinde (Raubvögel ausgenommen) geschützt.

Auffallend ist das Vorkommen einfarbig dunkler Varietäten unter den Schlangen des Sudans (*Boodon lineatus* und *Naia haie*), deren Erklärung auf die gewöhnliche Weise (Isolierung auf kleinen Inseln, große Luftfeuchtigkeit, große Trockenheit bei hoher Temperatur, Anpassung an dunklen Boden, Notwendigkeit der reichlichen Aufnahme von Wärmestrahlen) hier ebensowenig wie bei anderen tropischen Nigrinos (*Xenodon neuwiedi* u. a.) vollkommen befriedigt, da das Auftreten dieser dunklen Formen hier nicht auf die Einwirkung der Außenwelt zurückzuführen, sondern wahrscheinlich als Eigentümlichkeit der Gattung zu betrachten ist (vergl. *Naia tripudians, melanoleuca, anchietae*; *Boodon olivaceus, virgatus* u. a.).

C. Fortpflanzungszeit.

Da die daraufhin untersuchten Reptilien in der Zeit zwischen Mitte Februar und Mitte April ausnahmslos entweder legereife Eier oder Embryonen enthielten, außerdem aber bereits abgelegte Eier mehrfach gefunden wurden, so scheint das Ende der Trockenzeit ziemlich allgemein im Sudan die Zeit der Eiablage zu sein. Eier wurden im Freien gefunden oder in Gefangenschaft abgelegt von:

Crocodilus niloticus am 4. April (Embryonen mit entwickelten Gliedmaßen, also jedenfalls noch im März gelegt);

Cyclanorbis senegalensis am 12. April (Eiablage höchstens ein bis zwei Tage früher);

Pristurus flavipunctatus am 10. April (Auskriechen am selben Tage);

Hemidactylus brookii am 30. März (Auskriechen am selben Tage).

Legereife Eier wurden gefunden bei

Agama colonorum am 31. März,

Mabuia quinquetaeniata am 15. März.

Geburt von Jungen erfolgte bei

Mabuia striata am 4. März.

Auskriechen von Jungen bei

Lygodactylus picturatus am 23. Februar.

Da auch ältere als neugeborene Junge von keiner Art angetroffen wurden, ja auch die vorgefundenen jungen Batrachier auf eine im März oder April abgeschlossene Verwandlung hinwiesen, so dürften mit Beginn der Regenzeit im allgemeinen die meisten Reptilien und Batrachier zu selbständiger Lebensweise befähigt sein und den zu dieser Zeit eintretenden Reichtum an Nahrung bereits im vollen Maße ausnützen können.

D. Eidechsen und Heuschrecken.

Schon Kammerer hat auf die Ähnlichkeit in Färbung und Verhalten von *Lygodactylus picturatus* und dem ♀ der Mantide *Elaea Marchali* hingewiesen, die beide auf alten Akazienstämmen leben. Die Übereinstimmung der Färbung hängt natürlich mit der Rindenfärbung der Akazie zusammen und solche Färbung besitzen auch die Weibchen aller rindenbewohnenden Orthoderiden, bei *Theopompa* auch die Männchen, ebenso auch die Rindengeckos, wie *Ptychozoon, Uroplatus.* Die weitere Übereinstimmung besteht darin, daß beide Tiere bei Herannahen eines Feindes in Spiraltouren um den Stamm und an demselben hinauflaufen und sich auf der dem Beschauer abgewendeten Seite ruhig verhalten. Dieses ist ebenso natürlich keine Eigentümlichkeit sudanesischer Geckos oder Mantiden, sondern wird genau ebenso bei Eichhörnchen, Baumläufern *(Sitta),* Agamen (*A. stellio* und *colonorum*) und (wenigstens das Verstecken auf der deckenden Seite des Stammes) sogar bei allen kurzbeinigen Acridiern des Sudans (*Mesops, Calamus, Ischnacrida, Gonyacantha, Oxyrhepes*), die an Grasstengeln leben, beobachtet.

Die Heuschrecken bilden zwar ein weit geringeres Kontingent der Nahrung bei den Eidechsen als bei den insektenfressenden Vögeln, die zum Teil ausschließlich von ihnen

leben, immerhin aber werden Reste aller in Betracht kommenden Orthopterengruppen (Mantiden, Phasmiden und Acridier) im Magen von Agamen und Mabuien in kleinen Mengen gefunden.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. *Mabuia maculilabris* Gray von oben (Sudan).
» 1*a*. » » Kopf und Vorderkörper von der Seite.
» 2. » *mongallensis* n. sp. (Mongalla, Sudan) von oben.
» 2*a*. » » Kopf und Vorderkörper von der Seite.

Tafel II.

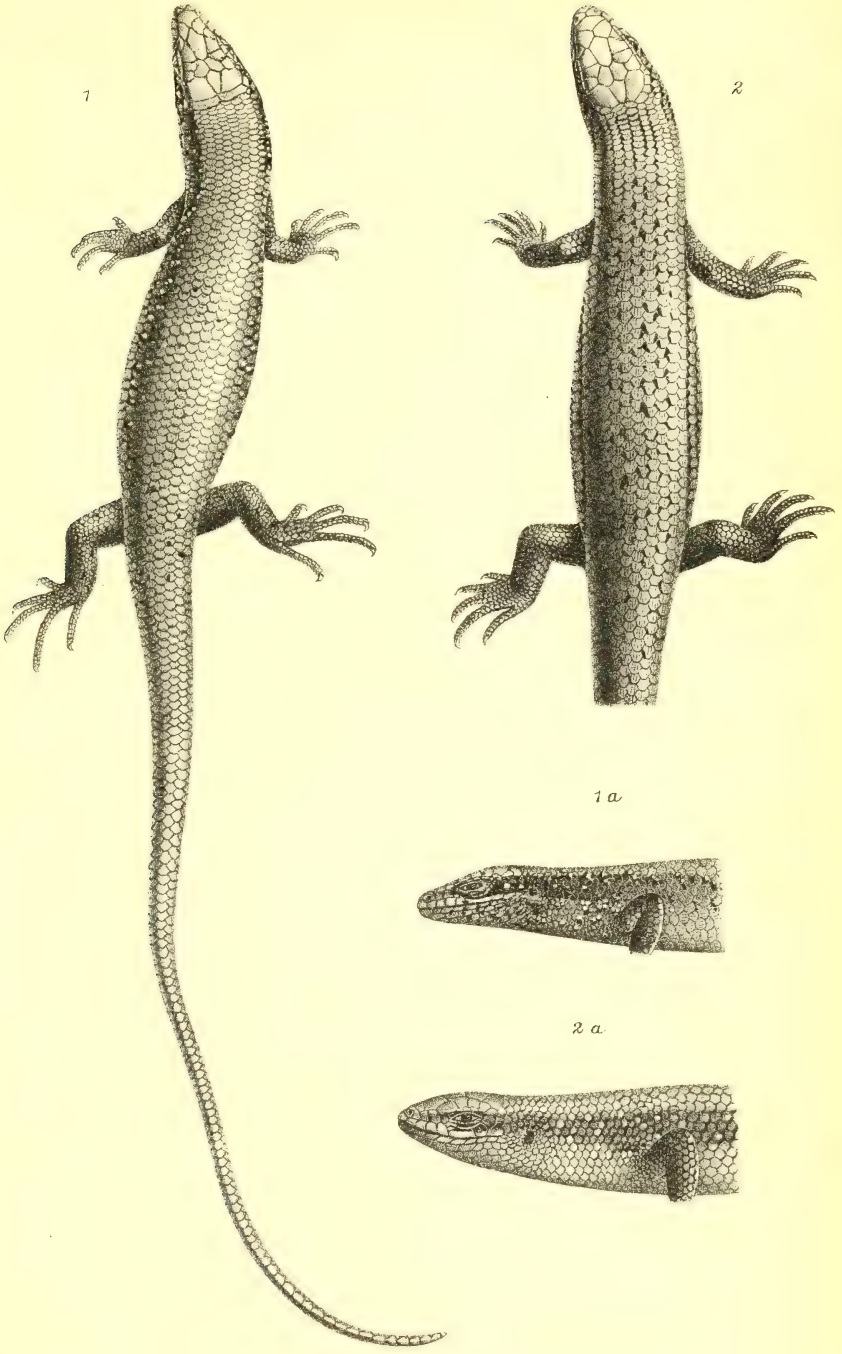
Fig. 3. *Mabuia wingatii* n. sp. (Khor Attar, Sudan) von oben.
» 3*a*. » » Kopf und Vorderkörper von der Seite.
» 4. » *brevicollis* Wiegm. (Mogatta, Atbara) von oben.
» 4*a*. » » Kopf und Vorderkörper von der Seite.

Tafel III.

Fig. 5*a*. *Chlorophis irregularis* Leach. Kopf von rechts.
» 5*b*. » » » » links.
» 6*a*. *Leptodira attarensis* n. sp. Khor Attar, Sudan (Kopf von oben).
» 6*b*. » » (Kopf von unten).
» 7*a*. *Leptodira hotamboeia* Laur. Gondokoro, Uganda (Kopf von oben).
» 7*b*. » » (Kopf von unten).
» 8*a*. *Chilorhinophis butleri* n. g. n. sp. Mongalla, Sudan (Kopf von oben).
» 8*b*. » » (Kopf von unten).
» 8*c*. » » (Kopf von der Seite).
» 8*d*. » » (Hinterende von oben).
» 9. *Rana gondokorensis* n. sp. Gondokoro, Uganda (von oben).
» 10. » *schillukorum* n. sp. Khor Attar, Sudan (von oben).

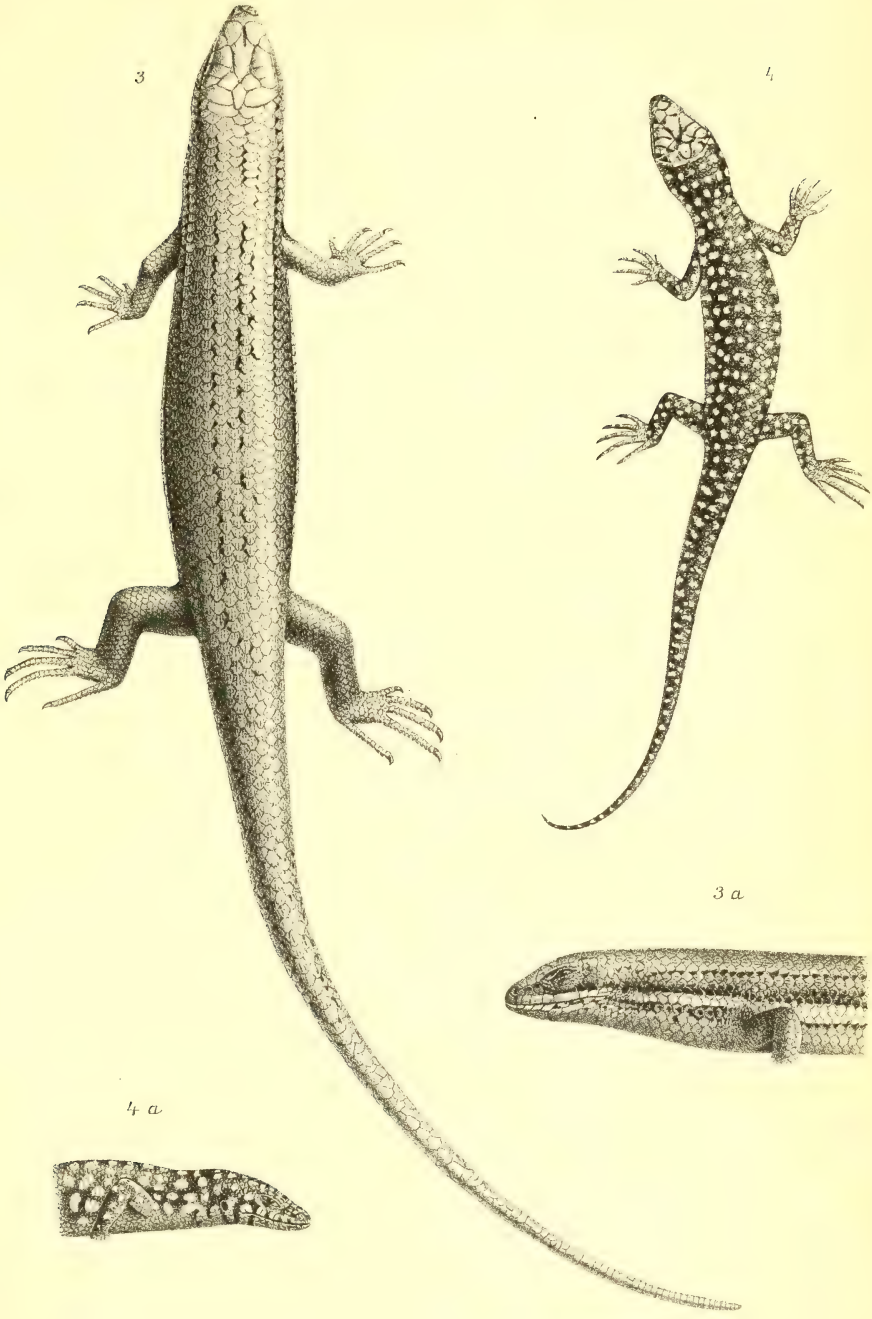
Tafel IV.

Fig. 11. *Rana venusta* n. sp. Mongalla, Sudan (von oben).
» 12. » *galamensis* D B. Gondokoro, Uganda (von oben).
» 13. *Megalixalus leptosomus* Ptrs., subsp. n. *quadrivittata*. Khor Attar (von oben).
» 14. *Rappia papyri* n. sp. Khor Attar (von oben).
» 15. » *balfouri* n. sp. Gondokoro (von oben).

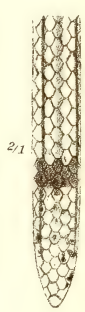


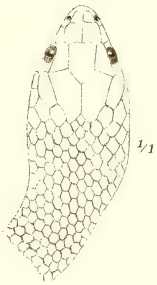
J. Fleischmann, n. d. N. lith. Druck von Alb. Berger, Wien, VIII.

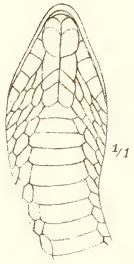
Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse, Bd. CXVI, Abt. I, 1907.

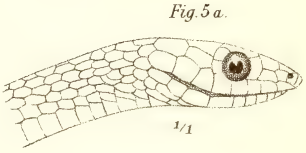


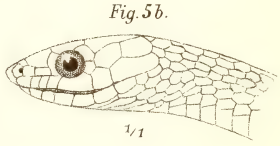
J. Fleischmann, n. d. N. lith. Druck von Alb. Berger, Wien, VIII.

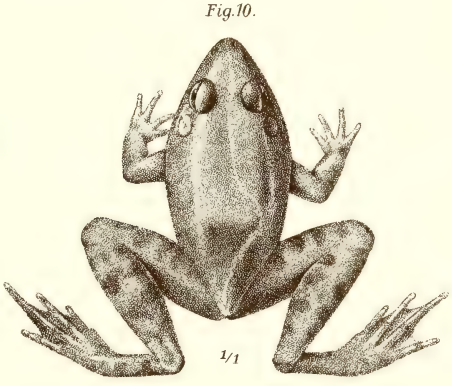












Jos. Fleischmann n. d. Natur gez.

Druck aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

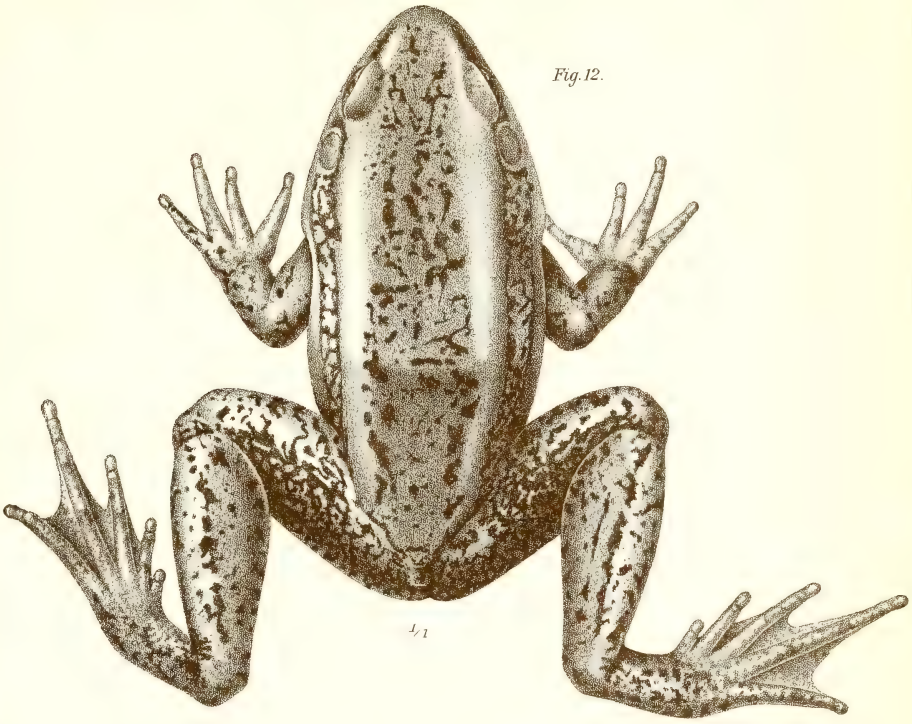


Fig. 12.

1/1

Fig 14.

1/1

Fig. 15.

1/1

Fig. 13.

1/1

Fig. 11.

1/1

Jos. Fleischmann n. d. Natur gez.

Druck aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Variationsrichtungen der Nadelhölzer

von

E. Zederbauer.

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Dezember 1907.)

Das Heer der Variationen in der organischen Welt ist zahlreich und mannigfaltig und wirkt auf den Beobachter verwirrend durch seine Unbegrenztheit und Richtungslosigkeit. Nicht nur jede Art, sondern jedes Organ variiert anscheinend richtungslos.

Die Ansicht, daß alle Organismen variieren, gewinnt immer mehr Anhänger. Die Systematik zeigt uns auf das deutlichste, daß die Variabilität allgemein verbreitet ist, so daß sie uns als eine Grundeigenschaft der Organismen erscheint, etwa wie die Wachstums- und die Vermehrungsfähigkeit. Die auffallendsten Abänderungen sind die »single variations«, spontane Abänderungen, die unvermittelt und sprungweise auftreten und konstant sind, **spontane Variabilität** (Mutation). Die zweite Gruppe von Variationen sind die fluktuierenden (individuellen, graduellen), welche die Ungleichheiten der Individuen und der Organe umfassen, stets vorhanden und nicht konstant sind, **fluktuierende Variabilität** (Quettlet). Diese Einteilung, Hugo de Vries' »Mutationstheorie« entnommen, ist übersichtlich und weist auf die Verschiedenheit der Variabilität hin. Es ist nicht immer leicht, eine Variation dieser oder jener Gruppe zuzuteilen. Für nachfolgende Untersuchung ist es auch vorderhand nicht von großer Wichtigkeit. In erster Linie kommt es hier darauf an, eine übersichtliche Zusammenstellung der Variationen der Nadelhölzer zu geben und den Begriff der Variationsrichtung klarzulegen. Hiebei wird sich bei manchen die

Einteilung der Variationen sehr leicht ergeben. Ich habe auch nicht die Absicht, die Einwirkung der Faktoren, welche die Variationen hervorrufen, zu erläutern. Sie sind uns meistens unbekannt und über allgemeine Angaben kommen wir meist nicht hinaus. H. Spencer[1] hat eine treffliche Übersicht der verändernden Faktoren gegeben, die gleich einer Formel alle möglichen äußeren Faktoren in sich schließt. Experimente geben im Einzelfalle die Abhängigkeit der Variationen von den Faktoren zum Teil an.

Ich sage zum Teil, weil die Faktoren, welche im Innern eines Organismus wirken, nicht bekannt sind. Es wird auf die Einwirkung äußerer Faktoren von mancher Seite zu viel Gewicht gelegt, die inneren vernachlässigt und an den Organismus ein Maßstab wie an eine Maschine gelegt. Die Organismen werden durch Einwirkung äußerer Faktoren innerhalb enger Grenzen modifiziert, es liegt aber in den Organismen selbst die Eigenschaft zu variieren und die Hauptsache ist doch, wie Darwin wiederholt betont, die Beschaffenheit des Organismus. Die Variabilität ist eben eine Eigentümlichkeit der Organismen und bestimmte Variabilität oder bestimmte Variationsrichtungen sind für diese oder jene Organismengruppe charakteristisch.

Wenn wir vom Blühen der Koniferen sprechen, so denken wir an die verschiedenen Blütenstände, an ihre Gleichheit oder große Ähnlichkeit bei Arten einer Gattung oder Familie, die ja von diesem Gesichtspunkte geordnet sind. Die zusammenfassende Beschreibung der Gattung *Pinus* oder *Picea* oder der Familie der *Pinaceae* läßt sich mit dem geringsten Aufwande überschauen und die Tatsachen mit einem Gedankenprozeß nachbilden.

Wie verhält es sich bei den Variationen? Fast von jeder Art der Koniferen, wenigstens von den bekannteren, sind Variationen beschrieben. Wenn wir sie überschauen wollen, erscheinen sie uns recht mannigfaltig und fast unübersichtlich. Vergleichen wir hingegen die Abänderungen einer Art mit denen ihrer nächsten Verwandten, die einer Gattung mit der der nächststehenden Gattung, so finden wir enge Beziehungen,

[1] Die Prinzipien der Biologie. Deutsch von B. Vetter, I. Bd., 509.

parallele oder gleichgerichtete Variationen. Immer wieder taucht die Pyramidenform, Hängeform auf, wiederholt treffen wir bläulich bereifte Blätter, so daß wir sie schließlich als für die Arten oder Gattungen gemeinsame Variationen halten.

Es scheint möglich, das Gebiet der Variationen der Koniferen mit dem geringsten Aufwande zu überschauen. Diese Gedankenökonomie hat sowohl für den Botaniker wie für den Praktiker große Vorteile. Ich höre zwar das Gegenteil und den Vorwurf, daß ich schablonisiere. Manche Gärtner werden darin eine Einschränkung der Einführung neu benannter, aber meist schon bekannter Varietäten finden. Ich gebe zu, daß nicht jede Pyramidenform oder Hängeform genau auf die gegebene Beschreibung paßt oder eine der anderen völlig gleicht, ebensowenig wie eine Fichte der anderen, daß weiters Zwischenformen, Bastardierungen vorkommen, welche die Variationen untereinander zu verwischen scheinen. Sehen wir davon ab, so werden wir ungezwungen die gleichen Variationen bei den verschiedenen Arten erkennen können. Der Vorteil der übersichtlichen Zusammenstellung liegt in der Entlastung des Gedächtnisses, welches statt der vielen Namen und Beschreibungen nur eine geringe Anzahl von Grundformen sich zu merken hat, die es im speziellen Falle anzuwenden hat. Es verhält sich ähnlich wie bei der Beschreibung einer Gattung, die das Gemeinsame von vielen Arten enthält und die Übersicht wesentlich erleichtert.

Finden wir bei zwei ähnlichen oder verwandten Arten dieselben oder gleichgerichtete Abänderungen, so ist die Annahme ungezwungen, daß diese Abänderungsfähigkeit ihnen eigentümlich ist. Es ist eine in ihnen liegende charakteristische Eigenschaft, die nicht in jedem Individuum, sondern in verschiedenen Individuen einer Art zum Ausdrucke kommt. Die Eigenschaft des Variierens ist gleichsam verteilt auf alle Individuen und kommt bei einigen stärker zum Vorschein.

Ich will aber in diesem Gedankengange nicht zu weit gehen, der eigentlich am Schlusse dargelegt werden sollte, sonst möchte es scheinen, daß nachfolgende Untersuchungen diesem entsprungen wären, während es doch umgekehrt ist. Als ich einmal den Gedanken erfaßt hatte, suchte ich allerdings, im

Pflanzen- und Tierreiche seine Richtigkeit zu prüfen, und zwar mit großem Erfolge. Es scheint mir immer wahrscheinlicher und hoffnungsvoller, durch diese Betrachtungsweise, die von der üblichen wesentlich abweicht, einerseits einen Einblick in die Variabilität zu gewinnen, andrerseits das Heer der Variationen übersichtlich und ökonomisch zu ordnen.

Im folgenden beschränke ich mich auf eine Darstellung der Variationsrichtungen der Koniferen und versuche zuerst Variationen der vegetativen Organe aller Koniferen und Variationen der reproduktiven Organe nur weniger Arten von diesem Gesichtspunkte zu betrachten.

---

1. Variationen der vegetativen Organe.

(Hauptstamm, Äste, Blätter.)

Der Untersuchung vorgreifend, stelle ich die Resultate an den Anfang, soweit es für die Kürze der Darstellung notwendig ist.

Hauptstamm und Äste der Koniferen variieren in ihrem Wuchse auf verschiedene Weise, die in der Pyramiden-, Hänge-, Zwerg-, Kriech-, Schlangen- und astlosen Form zum Ausdrucke kommt.

Pyramidenform (v. *pyramidalis*) ist gekennzeichnet durch aufrechten Stamm mit steil aufstrebenden Ästen, so daß das Individuum die Gestalt einer Säule oder Pyramide annimmt. Die gebräuchlichen Bezeichnungen sind »Pyramiden«- oder »Säulenform«, f. *fastigiata, pyramidalis, pyramidata, columnaris, erecta,* seltener *robusta.* Der Einfachheit halber wird sie hier nur *pyramidalis* oder Pyramidenform genannt, welche zugleich die verbreitetste Bezeichnung ist.

Hängeform (v. *pendula*). Stamm aufrecht, manchmal überhängend, Äste hängend. Hänge- oder Trauerform, f. *pendula, pendulina.*

Kriechform (v. *prostrata*). Stamm niederliegend oder auf dem Boden kriechend, f. *prostrata, procumbens, repens.*

Zwergform (v. *nana*). Stamm niedrig, meist vom Grunde verzweigt, aufrecht, hie und da Kugelform bildend. Zwerg-, Kugel- oder Buschform, f. *nana, compacta, pygmaea, pumila, globosa, humilis.*

Schlangenform (v. *virgata*). Stamm aufrecht, Äste zweiter Ordnung meist unterdrückt, Äste erster Ordnung meist nur wenig. Schlangenform, f. *virgata.*

Astlose Form (v. *nudicaulis*). Stamm aufrecht, Äste fehlen oder sind nur in ganz geringer Zahl vorhanden; f. *monocaulis, monstrosa, denudata, nudicaulis.*

Form mit weitgestellten Zweigen (v. *intertexta*). Die Zweige sind sehr weit voneinandergestellt. Vielleicht mit der Variation »sparriger Wuchs« identisch.

Zweige fadenförmig (v. *filiformis*). Zweige lang, fadenförmig und überhängend. Nur in der Familie der *Cupressaceae* vorkommend; f. *filiformis, filifera.*

Zweige gekräuselt (v. *crispa*). Zweigenden sind gekräuselt. Nur in der Familie der *Cupressaceae* vorkommend.

Die Blätter variieren hauptsächlich in der Farbe. Bläulich bereifte, silberfarbene, goldgelbe und bunte Blätter, respektive Nadeln sind von Gärtnern und Liebhabern besonders gesucht und bei den meisten Koniferen keine Seltenheit. Vereinzelt findet man auch Abänderungen in der Gestalt, zurückgekrümmte, schmale und gesichelte Blätter.

Bläulich (v. *glauca*). Die Nadeln sind bläulich bereift.

Silberfarben (v. *argentea*). Die Nadeln sind silberfarben.

Goldgelb (v. *aurea*). Die Nadeln sind goldgelb, und zwar entweder nur im Frühjahr und Sommer oder während ihrer ganzen Lebensdauer; f. *aurea, semperaurea.*

Bunt (v. *variegata*). Das Grün der Blätter ist durch goldgelbe, weiße, silberfarbene Stellen unterbrochen, manchmal ist nur die Spitze anders gefärbt. Eine Trennung in mehrere Varietäten wäre vielleicht berechtigter als die Zusammenziehung in eine Varietät; f. *aureo-variegata, argenteo-variegata, albo-variegata, aureo-spica.*

Jugendform (v. *versicolor, squarrosa*). Obgleich diese Variation mit den vorhergehenden nichts zu tun hat und eine eigene

Stellung einnimmt, so möchte ich sie doch im Anschlusse daran erwähnen. Früher wurden die Jugendformen zu einer eigenen Gattung, *Retinospora*, gezählt. Bezeichnend ist das Vorkommen in der einzigen Familie der Cupressaceen; f. *plumosa, squarrosa, ericoides, juniperoides, decussata, leptoclada.*

Es ist selbstverständlich, daß Kombinationen zwischen einzelnen Variationen auftreten können, so v. *pyramidalis* mit goldgelben Blättern *(pyramidalis aurea)* oder Zwergform mit bläulichen Blättern, Zwergform mit Pyramidengestalt u. s. w. Bei der nachfolgenden Aufzählung werden jedoch nur die Grundtypen der Variationen angeführt. Bei Einreihung mancher Varietäten mögen wohl hie und da Zwischenformen zu den Grundtypen gerechnet worden sein, was aber bei der großen Zahl der beschriebenen Varietäten nicht immer zu vermeiden war. Beim Aufsuchen der Variationen habe ich mich hauptsächlich auf L. Beisser's »Handbuch der Nadelholzkunde«, Gordon's »The pinetum« gestützt, ohne die mir die Zusammenstellung der Variationen unmöglich gewesen wäre.

Aufzählung der bei den Koniferen bekannten Variationen.

I. Familie: **Taxaceae.**[1]

Cephalotaxus pendunculata S. et Z.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* Carr.),
v. *variegata* (*aureo-variegata* H.).

Statt der länglichen Früchte treten auch runde Früchte auf; v. *sphaeralis* Mast.

C. Fortunei Hook.

Nahe v. *pyramidalis* (*robusta* H.)?

Podocarpus chinensis Wallich.

v. *aurea* (*aurea* Gord.),
v. *argentea* (*argentea* Gord.).

---

[1] Einteilung nach R. v. Wettstein: Handbuch der systematischen Botanik, Wien 1903.

Taxus baccata L.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* Loud., *columnaris* Carr., *Hibernica* Hooker, *pyramidalis* H., *imperialis* H., *adpressa stricta* H., *Cheshuntensis* Gord. mit blaugrünen Blättern, *Blue John* H., *compressa* Carr., *intermedia* Carr. etwas kandelaberartig, *Nedpath Castle* H.),

v. *pendula* (*pendula* H., *Dovastoni* Carr., *gracilis pendula* H., *pendula gratiosa* Over., *Jacksoni* Gord.),

v. *nana* (*nana* Knight, *Foxii* Knight, *nana* H., *ericoides* H., *monstrosa* H.),

v. *prostrata* (*expansa* Carr.),

v. *glauca* (*glauca* Carr.), *nigra* W. Paul, *subglaucescens* Jacques).

v. *aurea* (*Washingtonii* H., *Elvastonensis aurea* H., *elegantissima* H.),

v. *argentea* (*argentea* Loudon),

v. *variegata* (*aureo-variegata* H., *albo-variegata* Spaeth, *adpressa variegata* H.).

Bekannt sind noch eine schmalblätterige Variation v. *linearis* H. und kleinfrüchtige v. *microcarpa* Trautv. et Maxim. und eine gelbfrüchtige v. *fructu luteo* H.

T. canadensis Willdenow.

v. *aurea* (*Washingtoni* H., *aurea* H.).

II. Familie: Pinaceae.

A. Araucarieae.

Araucaria Brasiliensis Richard.

v. *glauca* (*gracilis* Carr., *saviana* Parlatore?).

A. imbricata Pavon.

v. *variegata* (*variegata* Gord.).

A. Cunninghami Aiton.

v. *glauca* (*glauca* Aiton).

A. excelsa R. Brown.

v. *variegata* (*variegata* H.).

B. Taxodieae.

Taxodium distichum Richard.

v. *pyramidalis* (*fastigiatum* Knight, *pyramidatum* Carr., *adscendens* Brongniart.),
v. *pendula* (*pendulum* Carr., *pendulum elegans* H., *pendulum novum* P. Smith, *nutans* Ait., *denudatum* Carr., *intermedium* Carr.?),
v. *nana* (*nanum* Carr., *nigrum* Carr. mit braungrünen Blättern?).

Cryptomeria japonica Don.

v. *pyramidalis* (*araucarioides* H., *mucronata* H.),
v. *pendula* (*dacrydioides* H.),
v. *nana* (*nana* Fortune, *pygmaea* Loudon, *nana* Lindley, *nana* Knight, *compacta nana* H., *lycopodiiformis* H.),
v. *variegata* (*albo-variegata* H., *albo-spica* H., *variegata* H.),
v. *glauca* (*pungens* H.),
v. *aurea* (*aurea* H.),
v. *squarrosa* (*elegans* H.). Blätter spiralförmig um die Zweige gestellt (*spiraliter falcata* Sieb.).

Sciadopitys verticillata Siebold.

v. *nana*,
v. *variegata* (*variegata* Gord.).

C. Abietineae.

Abies alba Miller.

v. *pyramidalis* (*pyramidalis* Carr., *fastigiata* Booth, *stricta* H., *columnaris* Carr.),
v. *pendula* (*pendula* H.),
v. *virgata* (*virgata* Carp.),
v. *nana* (*tortuosa* Booth, *nana* Knight, *pumila* H., *prostrata* H., *nana* H., *brevifolia* H.),

v. *aurea* (*aurea* H.),
v. *variegata* (*variegata* H., *variegata* Gord., *foliis variegatis* Loud.).
Blätter dünn, fast hautartig v. *tenuifolia* van Geert.

A. Nordmanniana Lk.

v. *pyramidalis* (*robusta* Carr.?),
v. *pendula* (*pendula* H.),
v. *glauca* (*glauca* H.),
v. *aurea* (*aurea* H.),
v. *variegata* (*aureo-spica* Hesse).

A. cephalonica Lk.

v. *pyramidalis* (*robusta* Carr.?),
v. *aurea* (*aurea* Carr.),
v. *variegata* (*aureo-variegata* H.).

A. Pinsapo Boiss.

v. *pendula* (*pendula* H.),
v. *prostrata* (*Hamondi* Veitch),
v. *glauca* (*glauca* H.),
v. *argentea* (*argentea* H.),
v. *variegata* (*variegata* H.).

A. balsamea Miller.

v. *pyramidalis* (*coerulea* Carr.),
v. *nana* (*nana* H., *globosa* H., *hudsonica* Sarg. et Engelm.),
v. *prostrata* (*prostrata* H.),
v. *nudicaulis* (*denudata* Carr., *nudicaulis* Carr.),
v. *glauca* (*coerulea* Carr.),
v. *variegata* (*variegata* H., *variegata* Knight, *argentea* H.).

A. Fraseri Lindl.

v. *glauca* (*glauca* Wm. Paul).

A. concolor Lindl. et Gord.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* H.),
v. *pendula* (v. *lasiocarpa pendula* H.),
v. *glauca* (*violacea* H.),
v. *variegata* (v. *lasiocarpa variegata* H.).

A. grandis Lindl.

v. *nana* (*compacta* Hesse).
v. *aurea* (*aurea* Hesse).

A. nobilis Lindl.

v. *glauca* (*glauca* H.),
v. *argentea* (*argentea* H.).

A. magnifica Murr.

v. *glauca* (*glauca* H.).

Pseudotsuga Douglasii Carr.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* Carr.),
v. *pendula* (*pendula* Engelm., *glauca pendula* P. Smith),
v. *nana* (*compacta* H., *argentea compacta* Hans),
v. *nudicaulis* (*denudata* Carr.),
v. *glauca* (*glauca* H.),
v. *argentea* (*argentea* Koster, *Standishi* H.),
v. *variegata* (*Stairi* H.).

Tsuga Sieboldii Carr.

v. *nana* (*nana* Carr.),
v. *variegata* (*variegata* Hesse).

T. canadensis Carr.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* H., *columnaris* Bolle),
v. *pendula* (*pendula* H., *gracilis* H.),
v. *nana* (*nana* Carr., *compacta nana* H., *globosa* H.),
v. *aurea* (*aurea* H.),
v. *variegata* (fol. *argent.-variegat.* H., *albo-spica* H.).
Blätter zerstreut um die Zweige gestellt *(sparsifolia)*,
Blätter klein (*parvifolia* P. Smith).

T. Pattoniana Engelm.

v. *argentea* (*argentea* H.).

Picea excelsa Lk.

v. *pyramidalis* (*pyramidalis* H., *pyramidalis robusta* H., *pyramidalis gracilis* H., *eremita* Carr., *columnaris* Carr., *conica* Carr., *stricta* Gord., *sibirica* Carr.),
v. *pendula* (*pendula* Carr., *viminalis* Casp., *aegra myelophthora* Casp., *inversa* H., *Uwarowi* Kaufm., *reflexa* Carr.),
v. *virgata* (*virgata* Jacques, *Cranstoni* Carr.),
v. *prostrata* (*procumbens* Carr., *dumosa* Carr., *tabuliformis* Carr.),
v. *nana* (*nana* Carr., *Clanbrasiliana* Carr., *Remonti* H., *Gregoryana* H., *humilis* H., *Merki* H., *echinoformis* H., *pumila* H., *parviformis* H., *mucronata* Carr., *pygmaea* Carr., *capitata* Croux,
v. *nudicaulis* (*monocaulis* Nördl., *monstrosa* H., *monstrosa* Loudon),
v. *glauca* (*coerulea* Breinig),
v. *aurea* (*aurea* Carr., *aurea magnifica* Hans., *Finedonensis* H.?),
v. *argentea* (*argentea* H.),
v. *variegata* (*variegata* Carr., *foliis variegatis* Loud., *argenteo-spica* Hesse).

P. nigra Lk.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* Carr., *Doumetti* Carr.),
v. *nana* (*nana* H., *pumila* Knight),
v. *aurea* (*aurea* Hesse),
v. *glauca* (*Mariana* H.),
v. *variegata* (*argenteo-variegata* Hesse).

P. alba Lk.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* Carr.),
v. *pendula* (*pendula* H.),
v. *nana* (*nana* H., *echinoformis* Carr., *compacta gracilis* Breinig, *compressa* H., *minima* Knight).

v. *glauca* (*nana glauca* H., *compressa* H., *glauca* Plumby),
v. *aurea* (*aurea* H.),
v. *argentea* (*coerulea* H.).

P. rubra Poiret.

v. *glauca* (*coerulea* Loudon).

P. Engelmanni Engelm.

v. *nana* (*microphylla* Hesse),
v. *glauca* (*glauca* H.),
v. *argentea* (*argentea* H.).

P. pungens Engelm.

v. *pendula* (*glauca pendula* Koster et Cie.),
v. *nana* (aus Samen gezogen in Mariabrunn, junges, etwa 12 Jahre altes Individuum von zwerghaftem, kugelartigem Aussehen, mit sehr langsamem Wachstum und silbergrauer Färbung).
v. *glauca* (*glauca* H., *coerulea* H.),
v. *argentea* (*argentea* H.).

P. orientalis Lk. et Carr.

v. *nana* (*pygmaea* Th. Ohlendorff, *nana* H., *compacta* H.),
v. *aurea* (*aurea* Hesse).

P. ajanensis Fisch.

v. *aurea* (*aurea* P. Smith).

Larix leptolepis Murr.

v. *pendula* (gefunden in einer Kultur bei Gablitz, Zederbauer).

L. decidua Mill.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* H., *compacta* H.),
v. *pendula* (*pendula* Laws., *pendula* H.),
v. *virgata* (*virgata* Wilhelm),

v. *prostrata* (*repens* H., *repens* Loudon),
v. *nana* (*Kellermanni* H.),
v. *glauca* (*glauca pendula* H.),
v. *argentea* (*argentea* gefunden bei Wien, Zederbauer).

Cedrus Libani Barr.

v. *pyramidalis* (*nana pyramidata* Carr., *stricta* Carr.),
v. *pendula* (*pendula* Knight),
v. *nana* (*nana* Loudon),
v. *glauca* (*glauca* Carr.),
v. *argentea* (*argentea* Ant. et Kotsch.).

C. atlantica Manetti.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* Carr., *columnaris* Otin.),
v. *glauca* (*glauca* H., *coerulea* H.),
v. *argentea* (*argentea* H.),
v. *variegata* (*variegata* H.).

C. Deodora Loudon.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* Carr., *compacta* Carr.),
v. *pendula* (*robusta* H.),
v. *glauca* (*verticillata glauca* H.),
v. *argentea* (*argentea* H.),
v. *aurea* (*aurea* H.),
v. *variegata* (*variegata* H.),
Blätter hakenförmig gekrümmt, *uncinnata* H.

Sect. **Pinaster.**

P. silvestris.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* Carr., *compressa* Croux),
v. *pendula* (*pendula* H.),
v. *virgata* (*virgata* Casp.),
v. *nana* (*pumila* H., *pygmaea* H., *Beveronensis* H., *umbraculifera* H.),
v. *glauca* (*glauca* H.),
v. *argentea* (*argentea* Steven),
v. *aurea* (*aurea* H.),
v. *variegata* (*variegata* H.).

P. austriaca.

v. *pendula* (*pendula* H.),
v. *virgata* (*virgata* Zederbauer).
v. *nana* (*pygmaea* Rauch, *pumila aurea* H., *monstrosa* H., *Bujoti* H.),
v. *aurea* (*aurea* H., *foliis aureis* H.),
v. *variegata* (*variegata* H.).

P. Thunbergii Parl.

v. *nana* (*tabulaeformis* H.),
v. *variegata* (*variegata* H.).

P. montana Mill.

v. *pyramidalis* (*pyramidata* H.),
v. *pendula* (*uncinata pendula* in C. Schröter-Schallenberg: »Ein Besuch im Val Scarl«).
v. *variegata* (*variegata* H.).

Sect. **Strobus.**

P. Strobus.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* H.),
v. *nana* (*nana* H., *pygmaea* H., *pumila* H., *minima* H., *umbraculifera* H.),
v. *aurea* (*aurea* H.),
v. *argentea* (*nivea* H.),
v. *variegata* (*variegata* H.).

Sect. **Cembra.**

P. Cembra.

v. *nana* (*pumila* Pall., *pygmaea* Fischer, *nana* H.),
v. *variegata* (*variegata* H.).

III. Familie: **Cupressaceae.**

1. Unterfamilie: *Cupresseae.*

Cupressus macrocarpa.

v. *variegata* (*variegata* H.).

C. sempervirens L.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* DC.),
v. *variegata* (*variegata* Knight).

Chamaecyparis sphaeroidea Spach.

v. *pyramidalis* (*pyramidata* H., *fastigiata* H.),
v. *pendula* (*pendula* H.),
v. *nana* (*nana* Endl., *pygmaea* H.),
v. *squarrosa* (*ericoides* Beissn. et Hochst.),
v. *glauca* (*glauca* H.),
v. *aurea* (*aurea* H.),
v. *variegata* (*variegata* Endl.).

Ch. Lawsoniana Parl.

v. *pyramidalis* (*pyramidalis* P. Smith et Cie., *erecta* H., *stricta* H., *Rosenthali* P. Smith et Cie., *monumentalis nova* H., *Fraseri* H., *robusta* H.),
v. *pendula* (*pendula* H., *Weisseana* H.?),
v. *nana* (*nana* H., *minima* H., *pygmaea* H., *Forstekiana* H.),
v. *prostrata* (*prostrata glauca* H.),
v. *filiformis* (*filiformis* H., *filifera* H.),
v. *intertexta* (*intertexta* H.),
v. *crispa* (*crispa* J. Conink),
v. *glauca* (*glauca* H., *Alumi* H., *Beissneriana* P. Smith et Cie.),
v. *argentea* (*argentea* H., *alba* H., *erecta alba* Kees, *nivea* P. Smith et Cie.),
v. *aurea* (*lutea* H., *lutescens* H., *aurea* H., *Westermanni* H.),
v. *variegata* (*versicolor* J. Conink, *argenteo-variegata* H., *albo-spica*, *aureo-spica* Jurin, *aureo-variegata* H., *magnifica aurea* H.).

Ch. nutkaënsis Spach.

v. *pyramidalis* (*viridis* H.),
v. *pendula* (*pendula* H.),
v. *nana* (*nidiformis* H., *compacta* H., *gracilis* H., *compressa* H.),

v. *glauca* (*glauca* H., *glauca vera* H.),
v. *aurea* (*aurea* H.),
v. *variegata* (*aureo-variegata* H., *argenteo-variegata* H.).

Ch. pisifera Sieb. et Zucc.

v. *pyramidalis* (*stricta* H.),
v. *pendula* (*filifera gracilis* H., *filifera* H.),
v. *nana* (*nana* H.),
v. *squarrosa* (*squarrosa* Beissn. et Hochst., *plumosa* H.),
v. *filiformis* (*filifera* H.),
v. *argentea* (*argentea* H., *plumosa aurea* H.),
v. *aurea* (*aurea* H., *flavescens* H., *lutescens* H.),
v. *variegata* (*aureo-variegata* H.).

Ch. obtusa Sieb. et Zucc.

v. *pyramidalis* (*erecta* H.?),
v. *pendula* (*pendula* H.),
v. *nana* (*pygmaea* Carr., *nana* Carr.),
v. *squarrosa* (*Keteleeri* Stand.),
v. *filiformis* (*filicoides* H., *lycopodioides* H.),
v. *aurea* (*aurea* H., *gracilis aurea* H.),
v. *variegata* (*albo-variegata* H., *albo-variegata* H.),
Äste vierseitig, *tetragona* H., *albo-spica* H.).

Sequoia sempervirens Endl.

v. *pyramidalis* (*adpressa* Carr.),
v. *variegata* (*variegata* Carr.).

S. gigantea Torr.

v. *pyramidalis* (*glauca pyramidalis compacta* H.),
v. *pendula* (*pendula* H.),
v. *nana* (*pygmaea* H.),
v. *glauca* (*glauca* H.),
v. *aurea* (*aurea* H., *lutea* H.),
v. *argentea* (*argentea* H.),
v. *variegata* (*variegata* H.).

Thuja occidentalis L.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* H., *pyramidalis* H., *columnaris* H., *stricta* H., *l'Haveana* H., *Rosenthali* Ohlendorff, *fastigiata nova* H., *Riversi* H.),
v. *pendula* (*pendula* H., *reflexa* H.),
v. *nana* (*pumila* H., *Little gem.* H., *nana* H., *globosa* H.?),
v. *squarrosa* (*ericoides* L.),
v. *filiformis* (*Bodmeri* H., *filicoides* H., *Spaethi* P. Smith),
v. *intertexta* (*denudata* H.),
v. *glauca* (*glauca* H.),
v. *aurea* (*aurea* H., *lutea* H., *Vervaeneana* H., *aurescens* H.),
v. *variegata* (*albo-spica* H., *albo-variegata* H., *aureo-variegata* H., *Silver Queen* H.),
Zweige hahnenkammförmig v. *cristata* H.

Th. plicata Don.

v. *nana* (*pygmaea* H., *minima* R. Smith, *compacta* H., *dumosa* H.),
v. *variegata* (*variegata* Carr., *aureo-variegata* H., *argenteo-variegata* H.).

Th. gigantea Nutt.

v. *pyramidalis* (*erecta* R. Smith?),
v. *aurea* (*aurea* H., *aurescens* H.),
v. *variegata* (*variegata* H., *aureo-variegata* H.).

Thujopsis dolobrata Sieb. et Zucc.

v. *pendula* (*decumbens* H.),
v. *nana* (*nana* Sieb. et Zucc.),
v. *variegata* (*variegata* H.).

Biota orientalis Don.

v. *pyramidalis* (*pyramidalis* Endl., *Laxenburgensis* H., *dumosa* Carr.),

v. *pendula* (*intermedia* Carr.),
v. *nana* (*nana* Carr., *compacta* H., *incurvata* Knight, *Sieboldii* Endl., *minima glauca* H.),
v. *squarrosa* (*decussata* Beissn. et Hochst.),
v. *glauca* (*glauca* H.),
v. *aurea* (*aurea* H., *Weimeri* H., *elegantissima* H., *semperaurescens* H.),
v. *argentea* (*argentea* H.),
v. *variegata* (*variegata* Endl., *aureo-variegata* H., *argenteovariegata Verschaffelti* H.),
v. *filiformis* (*filiformis* Henk. et Hochst.),
Zweige hahnenkammartig v. *cristata* H.

Libocedrus decurrens Torr.

v. *pyramidalis* (*columnaris* H.),
v. *nana* (*compacta* H.),
v. *glauca* (*glauca* H.).

2. Unterfamilie: *Juniperеae.*

Juniperus recurva Don.

v. *nana* (*densa* Carr.).

J. Sabina L.

v. *pyramidalis* (*fastigiata* H., *erecta* H., *pyramidalis* H.),
v. *nana* (*nana* H.?, *pumila* H.?),
v. *prostrata* (*humilis* Endl., *prostrata* Risso, *prostrata* Loudon),
v. *variegata* (*variegata* Loudon).

J. excelsa Bieb.

v. *pyramidalis* (*pyramidalis* H., *stricta* H.),
v. *variegata* (*variegata* Carr.).

J. phoenicea L.

v. *filiformis* (*filicaulis* Carr.).

J. chinensis L.

v. *pyramidalis* (*pyramidalis* H.),
v. *pendula* (*pendula* H.),
v. *nana* (*procumbens* Endl.),
v. *glauca* (*pyramidalis glauca* H.),
v. *aurea* (*aurea* H.),
v. *variegata* (*variegata* Fortune, *argenteo-variegata* H., *albo-variegata* H.).

J. sphaerica Lindl.

v. *glauca* (*glauca* Gord., *Shepherdi* Veitch).

J. virginiana L.

v. *pyramidalis* (*pyramidalis* H., *Schottii* H., *interrupta* H.),
v. *pendula* (*pendula* Carr., *nutans* H., *Smithi pendula* H.),
v. *nana* (*humilis* H., *nana compacta* H., *globosa* H., *nana nivea* H., *Schotti* H., *Kosteriana* H.),
v. *squarrosa* (*interrupta* H., *tripartita* H.),
v. *glauca* (*glauca* H.),
v. *argentea* (*argentea* H., *cinerascens* H., *cinerascens* Carr.),
v. *variegata* (*albo-variegata* H., *aureo-variegata* H., *plumosa alba* H., *albo-spica* H., *Triomphe d'Angers* H., *aureo-spica* H., *aurea elegans* H., *elegantissima* H.).

J. communis L.

v. *pyramidalis* (*pyramidalis* H., *compressa* Carr., *hispanica* Presl., *hibernica* Gord., *suecica* Loudon, *stricta* H., *hibernica compressa* Carr.),
v. *pendula* (*pendula* H., *oblongo-pendula* Carr., *interrupta* Wendl., *reflexa* H.),
v. *nana* (*hibernica compressa* Carr., *echinoformis* H., *haemisphaerica* Parl.?),
v. *variegata* (*aureo-variegata* H.).

J. nana Willd.

v. *aurea* (*aurea* H.).

In dieser Aufzählung sind bei manchen Variationen die wiederholten verschiedenen Benennungen bemerkenswert, so z. B. *pyramidalis* oder *nana* von *Picea excelsa* mit acht bis zehn Bezeichnungen. Daß eine einzige Bezeichnung für die Pyramidenform praktischer ist, leuchtet ohne weiteres ein. Es ist ja selbstverständlich, daß eine Pyramidenform der anderen nicht völlig gleicht, aber es ist überflüssig, jede eigens zu benennen.

Versuchen wir aus dieser Aufzählung der bekannten Variationen der Koniferen die einer Gattung übersichtlich zusammenzustellen (Tabelle 2 und 3).

Die sich hiebei ergebende Lückenhaftigkeit dürfte in der geringen Kenntnis neu eingeführter oder wenig kultivierter Arten liegen.

Häufig kultivierte und lange bekannte Arten weisen fast alle die in Betracht kommenden Variationen auf und, wie es scheint, nicht mehr (Tabelle 1).

Die am meisten vorkommenden oder, sagen wir besser, bekanntesten Variationen sind:

v. *pyramidalis,*
v. *pendula,*
v. *nana*

und

v. *variegata,*

zugleich die beliebtesten in der Gärtnerei.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß gewisse Variationen, wie *pyramidalis, pendula, variegata* auch bei dikotylen Pflanzen auftreten, aber in morphologischer Hinsicht verschieden sind von denen der Koniferen.

Tabelle 1.

Variationen einiger der häufigsten kultivierten Arten.

	Picea excelsa	*Larix europaea*	*Pinus silvestris*
pyramidalis	+	+	+
pendula	+	+	+
nana	+	+	+
prostrata	+	+	
virgata	+	+	+
nudicaulis	+		
glauca	+	+	+
argentea	+	+	+
aurea	+		+
variegata	+		+

Tabelle 2.

Variationen der Gattung Abies.

	alba	*Pinsapo*	*balsamea*	*concolor*	*Nordmanniana*	*cephalonica*	*Fraseri*
pyramidalis	+		+	+	+	+	
pendula	+	+		+	+		
nana	+		+				
prostrata		+	+				
virgata	+						
nudicaulis			+				
glauca		+	+	+	+		+
argentea		+					
aurea	+				+	+	
variegata	+	+	+	+	+	+	

Tabelle 3.

Variationen der Gattung Chamaecyparis.

	Lawsoniana	*sphaeroidea*	*obtusa*	*pisifera*	*nutkaënsis*
pyramidalis	+	+	+	+	+
pendula	+	+	+	+	+
nana	+	+	+	+	+
prostrata	+				
filiformis	+		+	+	
intertexta	+				
crispa	+				
squarrosa		+	+	+	
glauca	+	+			+
argentea	+			+	
aurea	+	+	+	+	+
variegata	+	+	+	+	+

Tabelle 4.

Variationen der Familie der Abietineae.

	Abies	*Picea*	*Pseudotsuga*	*Larix*	*Cedrus*	*Tsuga*	*Pinus*
pyramidalis	+	+	+	+	+	+	+
pendula	+	+	+	+	+	+	+
nana	+	+	+	+	+	+	+
prostrata	+	+		+			+ ?
virgata	+	+		+			+
nudicaulis	+	+	+				
glauca	+	+	+	+	+		+
argentea	+	+	+	+	+	+	+
aurea	+	+			+	+	+
variegata	+	+	+		+	+	+

Tabelle 5.

Variationen der Klasse der Koniferen.

	1. *Taxaceae*	2. *Pinaceae*			3. *Cupressaceae*	
		Araucariaceae	*Taxodieae*	*Abietineae*	*Cupressseae*	*Junipereae*
pyramidalis . .	+		+	+	+	+
pendula	+		+	+	+	+
nana	+		+	+	+	+
prostrata	+			+	+	+
virgata				+		
nudicaulis . . .				+		
filiformis					+	+
intertexta					+	
crispa					+	
squarrosa . . .			+		+	+
glauca	+	+	+	+	+	+
argentea	+			+	+	+
aurea	+		+	+	+	+
variegata	+	+	+	+	+	+

Die Gattungen einer Familie haben dieselben Variationen (Tabelle 4), doch sind kleine Unterschiede bemerkbar, die beim Vergleiche von Familien noch größer werden. Es ist charakteristisch, daß in der Familie der *Cupressaceae* die Variationen *virgata*, *nudicaulis* gänzlich fehlen, bei den *Pinaceae* hingegen wieder *filiformis*, *intertexta*, *crispa*, die für die *Cupressaceae* eigentümlich sind. Wie die *Cupressaceae* unter Koniferen überhaupt eine mehr selbständige Stellung einnehmen (v. Wettstein, Handbuch der Botanik, II, p. 141), so ist dies auch in Bezug auf die Variationsrichtungen der Fall.

Die phylogenetisch sehr alt geltenden *Taxaceae* haben wenig Variationen, ebenso die ihnen nahestehenden *Taxodieae*.

Für eine Familie sind bestimmte Variationsrichtungen charakteristisch. Es scheint, daß sie nur in bestimmten Varia-

tionsrichtungen abändern können. Je ähnlicher zwei Familien oder Gattungen einander sind, desto mehr gemeinsame oder parallele Variationsrichtungen haben sie, z. B. *Cupresseae* und *Junipereae, Abies* und *Picea.* Dies darf nicht Wunder nehmen, wenn wir berücksichtigen, daß sie in fast allen Eigenschaften und Merkmalen, Gestalt, Wachstum, Fortpflanzung große Ähnlichkeit aufweisen. Warum sollte die Variabilität eine Ausnahme machen?

2. Variationen reproduktiver Organe.

Im ersten Teile wurden Variationen der vegetativen Organe (Hauptstamm, Äste, Blätter) aller Koniferen, soweit sie bekannt sind, behandelt, im zweiten Teile werden Variationen reproduktiver Organe nur einiger Arten untersucht. Im ersten Teile werden hauptsächlich spontane Variationen, im zweiten fast nur fluktuierende besprochen. Die Fortpflanzungsorgane der Koniferen sind sehr variabel, aber bei den meisten Arten ist über ihre Variabilität nichts oder wenig bekannt. Daher beschränke ich mich nur auf wenige Arten, deren Variabilität ich größtenteils selbst untersucht habe.

Farbe der Zapfen.

Am bekanntesten sind die verschieden gefärbten Zapfen bei *Picea excelsa*, die ja in jedem reichen Zapfenjahre Anlaß zu Beschreibungen der roten und grünen Zapfen geben. Weniger oder bis jetzt fast gar nicht bekannt ist das Auftreten roter und grüner Zapfen bei *Picea alba, Larix leptolepis, Pinus banksiana, Pinus uliginosa.*

Bemerkenswert ist das Vorkommen von Übergängen zwischen Rot- und Grünfärbungen, die wahrscheinlich auf Bastardierung zurückzuführen sind. Die beiden Farben sind ineinander vermischt oder es treten rote Streifen auf grünem Hintergrund auf oder umgekehrt (ähnliches Verhalten wie bei *Zea Mays*).

Auf einem Individuum kommen entweder nur rote Zapfen oder grüne Zapfen oder gemischtfarbige vor. Die Zapfenfarbe eines Individuums ist nicht nur in einem Jahre, sondern auch

durch mehrere und wahrscheinlich während seiner ganzen Lebensdauer dieselbe. Es ist höchst wahrscheinlich, daß die rote und grüne Färbung der Zapfen bei den Koniferen allgemein verbreitet ist. Welche von den beiden als die normale Färbung und welche als Variation zu bezeichnen, läßt sich nicht angeben. Tatsache ist, daß bei Fichte und Lärche rote Zapfen im Gebirge und Hochgebirge vorherrschen, in der Ebene oder niederen Lagen die grünen Zapfen häufiger sind. Als einheitliche Bezeichnung wäre zu wählen:

v. *chlorocarpa* für grüne Zapfen (auch *alba* gebräuchlich) und

v. *erythrocarpa* für rote Zapfen (auch *rubra*, *flore rubro* gebräuchlich).

Diese beiden Variationen kommen vor bei:

Picea excelsa (*erythrocarpa* Purk., *chlorocarpa* Purk.),
Picea alba,
Larix europaea (*alba*, *rubra* Willkomm),
Larix leptolepis,
Pinus silvestris,
» *montana*,
» *uliginosa*,
» *banksiana*.

Zapfenschuppen der Gattung Picea.

Von *Picea excelsa* wurden auf Grund des verschiedenen Baues und der verschiedenen Ausbildung des Randes der Zapfenschuppen mehrere Varietäten unterschieden. Eine gerundete Schuppenform, ganzrandig (v. *obovata*), eine Übergangsform zur vorgezogenen gezähnelten Schuppe (v. *fennica*), eine rhombische Schuppenform mit mehr weniger vorgezogenem, gezähnelten Rand (v. *europaea*) und eine rhombische Schuppenform mit scharf abgegrenzter Dornspitze (v. *accuminata*).[1] Berücksichtigen wir zwei Variationen, Rand gezähnelt oder ungezähnelt. Diese beiden Variationen treten auf bei

[1] Schröter C., Über die Vielgestaltigkeit der Fichte, 1898.

Picea alba,
» *Omorika,*
» *ajanensis,*
» *excelsa.*

Middendorf hat zwei Variationen von *Picea ajanensis* beschrieben, v. *genuina*: Zapfenschuppe mit deutlicher unregelmäßiger Zähnelung und v. *subintegerrima*: ohne Zähnelung (ganzrandig). Es liegt nahe, daß die Variationen in der Beschaffenheit des Randes der Zapfenschuppen bei anderen Fichtenarten auftreten.

Variationen der Zapfen einiger Pinasterföhren.

(Pinus silvestris, austriaca, montana, uliginosa.)

Die folgenden Zahlen und Ergebnisse wurden durch Untersuchungen zahlreicher Individuen und eines reichlichen Zapfenmaterials, das ich selbst sammelte, gewonnen. Es wurden in einem Bestande auffallend verschiedene Individuen ausgesucht, von jedem Zapfen gesammelt und fortan getrennt behandelt. Die Zapfen stammen hauptsächlich von verschiedenen Orten Nieder- und Oberösterreichs; von jeder Art wurden mindestens 100 Individuen untersucht, von den Zapfen, Samen, Samenflügeln mindestens je 10 Messungen bei jedem Individuum vorgenommen.

Länge der reifen Zapfen von:

Pinus silvestris	2·5	bis	6	*cm*, durchschnittlich	4·5	*cm*
» *austriaca*	3·3	»	8·5	»	6	
» *montana*	2	»	4·5	»	3·3	
» *uliginosa*	3·1	»	4·5	»	3·8	

Breite der Zapfen (größter Querdurchmesser) von:

Pinus silvestris	1·3	bis	2·3	*cm*, durchschnittlich	1·8	*cm*
» *austriaca*	2·3	»	3·5	»	2·8	
» *montana*	1·2	»	2	»	1·7	
» *uliginosa*	1·5	»	2·3	»	2	

Wenn man diese Werte in Beziehung auf die Häufigkeit des Vorkommens in ein Koordinatensystem eintrüge, so würden

die sich ergebenden Kurven einander ähnlich oder gleich sein. Der Höhepunkt ist durch die Durchschnittswerte gegeben. Die Kurven lägen aneinander fortschreitend gelagert.

Die Gestalt der Zapfen, die teilweise durch die Längen und Breiten gegeben ist, variiert bei den vier Arten in denselben Richtungen. Sie ist kegelförmig, eiförmig, symmetrisch, unsymmetrisch, gerade oder gekrümmt.

Die Gestalt der Schuppenschilder (Apophysen) variiert bei den einheimischen *Pinus*-Arten sehr stark. Sowohl von *Pinus silvestris* wie von *Pinus montana* sind nach dem Bau der Apophysen mehrere Varietäten beschrieben worden. Der Kürze halber will ich die drei Variationen, zwischen denen alle möglichen Übergänge existieren, beschreiben.

v. *reflexa*. Die Schuppenschilder sind kegelförmig verlängert und hakenförmig zurückgebogen.

v. *gibba*. Die Schuppenschilder sind kegelförmig verlängert und gerade.

v. *plana*. Die Schuppenschilder sind nicht verlängert, sondern flach.

Ein Zapfen kann alle drei Schuppenvariationen besitzen. Meist ist eine vorherrschend oder nur eine Variation vorhanden. Die Übergänge und das Vorkommen der verschiedenen Variationen scheinen auf Bastardierungen zu beruhen. Auf einem Individuum kommen immer gleiche Zapfen vor. Bei *Pinus silvestris* sind schon seit langem von Heer drei Zapfenvarietäten unterschieden: v. *reflexa* = v. *reflexa*, v. *genuina* f. *gibba* = v. *gibba* und v. *genuina* f. *plana* = v. *plana*.

Pinus montana ist zum Teil nach der Gestalt der Zapfen in mehrere Unterarten und Varietäten geteilt worden. Willkomm M.[1] hat *Pinus montana* in drei Unterarten, die er vordem als eigene Arten beschrieben hatte, geteilt. Heute werden die drei Unterarten als drei Arten aufrecht erhalten.

Folgende Einteilung ist nach Willkomm, in den Klammern ist die Zapfenvariation angegeben.

---

[1] Forstliche Flora von Deutschland und Österreich, 1887, p. 211.

Pinus montana.

A. *uncinata.*
  A. rostrata.
    α. *macrocarpa* Ant. (= v. *reflexa*).
    β. *pendula* Hart. (= v. *reflexa*).
    γ. *castanea* Hart. (= v. *gibba*).
    δ. *versicolor* Willk. (= v. *reflexa* — v. *gibba*).
  B. rotundata Ant.
    α. *pyramidata* Hart. (= v. *reflexa* und v. *gibba*?).
    β. *gibba* Willk. (= v. *gibba*).
    γ. *mughoides* Willk. (= v. *plana*).
  C. Pseudopumilio Willk. (v. *gibba* — v. *plana*).

B. *Pumilio* Haenke.
    α. *gibba* Willk. (= v. *gibba*).
    β. *applanata* Willk. (= v. *plana*).
    γ. *echinata* Willk. (= v. *reflexa*).

C. *Mughus* Scop. (= v. *plana*, v. *gibba*).

Schröter C.[1] unterscheidet nach dem Bau der Zapfen drei, allerdings nicht scharf getrennte, sondern allmählich ineinander übergehende Abarten:

v. *uncinata* Ram. mit stark unsymmetrischen Zapfen. Schuppenschilder hakenförmig zurückgebogen.
  Subv. *rostrata* Ant. (v. *reflexa*).
  Subv. *rotundata* Ant. (v. *gibba*).
v. *pumilio* Hänke. Zapfen symmetrisch (v. *plana*). Apophyse exzentrisch.
v. *mughus* Scopoli. Zapfen symmetrisch (v. *plana*). Apophysen zentrisch.

Jede dieser drei Abarten kann in allen Wuchsformen von *Pinus montana* vorkommen.

Die Untersuchungen eines zahlreichen Zapfenmaterials aus den Alpen Nieder- und Oberösterreichs zeigten, daß

[1] Das Pflanzenleben der Alpen, 1904.

v. *reflexa*, v. *gibba*, v. *plana*, die also nur die Gestalt der Apophysen ohne Beziehung zur Zapfenform berücksichtigen, auf allen Standorten auftraten. Bringt man die Gestalt der Apophysen, die außerdem entweder zentrisch oder exzentrisch ausgebildet sind, mit der Gestalt, Länge und Breite der Zapfen in Beziehung, dann vervielfältigen sich die Variationen dementsprechend. Mir scheint eine Einteilung der Art *Pinus montana* nach ihren Wuchsformen (Baum, Strauch) wichtiger zu sein, da sie auch ihre Lebensweise berücksichtigt, während die Variationen der Zapfen und Zapfenschuppen eine mehr untergeordnete Rolle spielen. *Pinus uliginosa*, die zwar viel Ähnlichkeit mit *Pinus montana* zeigt, ist doch als eine selbständige Art anzusprechen, was außer ihres aufrechten Wuchses auch aus der Größe der Samen und Samenflügel sowie aus ihrer Verbreitung und ihrem Standorte hervorgehen mag. Sie kommt vor auf den Hochmooren der Ausläufer der nordöstlichen Voralpen sowie des böhmischen Massives (im Erzgebirge fehlt sie), wo sie zu einem Baume von 12 bis 15 *m* Höhe heranwächst oder strauchförmig bleibt.

Pinus uliginosa hat Schuppenschilder, die entweder zu v. *gibba, plana* oder *reflexa* gehören.

Sie zeigt hierin dieselben Variationen wie *Pinus silvestris* und *P. montana*. Gleiche Variationen zeigt auch *Pinus austriaca*. Die Apophysen der Schwarzföhre sind entweder gewölbt oder flach, sehr selten zurückgekrümmt. Unter 100 Individuen habe ich 2 mit Apophysen der v. *reflexa* gefunden.

Die Schuppenschilder der vier Arten *Pinus silvestris, montana, uliginosa, austriaca* variieren in derselben Richtung, die Variationen *reflexa, gibba, plana* kommen bei allen vier vor, bei jeder spezifisch von der anderen verschieden.

Die **Samen** der Pinasterföhren variieren sowohl in Größe, Gestalt und Farbe.[1]

---

[1] G. Schotte hat in einer interessanten Arbeit: Die Beschaffenheit der Kiefernzapfen und des Kiefernsamens im Erntejahre 1903 und 1904 (Meddelanden from Statens Skogs-försöksanstalt, 2, 1905) die Zapfengröße, Apophysenform, die Variabilität des Samens an der schwedischen Weißkiefer behandelt.

Länge des Samens von:

Pinus silvestris ...	3·5	bis	5·5 *mm*,	durchschnittlich	4·5 *mm*
» *austriaca* ...	4	»	8	»	6
» *montana* ...	3	»	4	»	3·5
» *uliginosa* ...	4	»	6	»	5

Breite des Samens von:

Pinus silvestris ...	2	bis	3·5 *mm*,	durchschnittlich	2·5 *mm*
» *austriaca* ...	2·5	»	4·5	»	3·5
» *montana* ...	2	»	3	»	2·2
» *uliginosa* ...	2	»	3·5	»	3

Wenn man die Häufigkeit des Vorkommens mit den Größenverhältnissen (Länge oder Breite) in ein Koordinatensystem eintrüge und die Kurven konstruierte, so würde man ähnliche Kurven erhalten wie bei der Zapfengröße.

Die **Gestalt** der Samen variiert von der länglichen (2·5 : 1) bis zu fast rundlicher (1 : 1) Gestalt bei allen vier Arten in demselben Sinne. Das Verhältnis der Länge zur Breite schwankt von 2·5 : 1 bis 1 : 1.

Die **Farbe** des Samens variiert von weiß bis schwarz. Bei den vier untersuchten Föhren beobachte ich folgende Färbungen:

weiß,
schmutzigweiß,
gelblichweiß,
lichtbraun,
dunkelbraun,
dunkelgrau,
lichtgrau,
schwarz.

Außerdem kommen Samen mit zwei Farben vor, indem auf einer der erwähnten eine zweite punktförmig gleichsam aufgetragen ist.

Die **Samenflügel** variieren wie die Samen in Größe, Gestalt und Farbe. Die Variabilität der Gestalt und Farben der

Samenflügel, die eine überaus große Mannigfaltigkeit aufweisen, ist, soweit mir bekannt, noch nicht untersucht worden. Besonders anziehend sind die prachtvollen und mannigfach verteilten Farben auf dem Samenflügel.

Die **Länge** der Samenflügel von:

Pinus silvestris	13	bis	21 *mm*,	durchschnittlich	17 *mm*
» *austriaca*	15	»	29	»	20
» *montana*	8	»	15	»	12
» *uliginosa*	10	»	20	»	16

Die **Breite** des Samenflügels von:

Pinus silvestris ...	4	bis	7 *mm*,	durchschnittlich	5 *mm*
» *austriaca* ...	5	»	9	»	7
» *montana* ...	3·5	»	6	»	4
» *uliginosa* ...	4	»	7·5	»	5·3

Die **Gestalt der Samenflügel** ist bei allen vier Arten sehr variabel und schwer zu beschreiben. Das Verhältnis zwischen Länge und Breite schwankt zwischen 3 : 1 bis 1·2 : 1. Die größte Breite ist entweder in der unteren oder oberen Hälfte oder in der Mitte. Oben ist der Samenflügel meist zugespitzt, abgeschnitten, breit, ausgerandet oder ganzrandig. Ein Individuum hat immer gleiche Samenflügel. Die Unterschiede in der Gestalt innerhalb eines Zapfens sind nicht groß.

Die **Farbe** schwankt von weiß bis schwarz oder dunkelbraun. Statt die Farben von jeder der vier untersuchten Arten aufzuzählen, führe ich sie nur einmal an, da bei allen dieselben Variationen der Farben vorkommen. Die Samenflügel haben folgende Farben: weiß, schmutzigweiß, gelblichweiß, hellbraun, dunkelbraun, schwarz. Auf allen diesen Grundfarben, die allein als solche auftreten, kommen auch hellbraune oder dunkelbraune, starke oder schwache Längsstreifen oder Marmorierungen vor. Der Rand ist meist hellbraun, dunkelbraun oder schwarz.

In den dargelegten Untersuchungen wurde versucht, die äußerst zahlreichen Variationen der Koniferen kurz und übersichtlich darzulegen. Es kamen sowohl plötzlich auftretende, spontane Variationen als auch fluktuierende in Betracht. Hiebei zeigte sich, daß bei ähnlichen Arten, Gattungen und Familien parallele Variationen auftreten oder daß die Variationen nach bestimmten gleichen Richtungen erfolgen. Die Variationsrichtungen ähnlicher oder verwandter Arten, Gattungen, Familien sind dieselben. Die Variatio *pyramidalis* tritt bei Fichte, Tanne, Lärche und bei fast allen Koniferengattungen auf, ebenso die v. *pendula, glauca, variegata* u. a. Einige Variationen, wie *nudicaulis, virgata, filiformis, crispa* sind auf gewisse Familien und Gattungen beschränkt. Die Variationen *gibba, reflexa* scheinen nur in der Sektion *Pinaster* vorzukommen.

Die Pyramidenform der Fichte ist von der der Lärche spezifisch verschieden, aber beide können ohne Zwang als v. *pyramidalis* bezeichnet werden. Dies geschieht auch in der Gärtnerei, die wie jede angewandte Wissenschaft die möglichste Einfachheit bevorzugt. Spezifisch verschieden sind bei einzelnen Spezies auch die individuellen Variationen, wie v. *erythrocarpa, reflexa, gibba.*

Die einzelnen Individuen von *Picea excelsa* v. *pyramidalis* sind einander nicht ganz gleich, sondern individuell verschieden, wie die Individuen von *Picea excelsa* voneinander verschieden sind. Dies gilt auch von den anderen spontanen Variationen v. *pendula, nana, glauca* u. a. wie natürlich auch von den individuellen Variationen.

Es braucht nicht hervorgehoben zu werden, daß diese ökonomische Darstellung, die große Vorteile bietet, selbstverständlich auch Nachteile hat, die jede übersichtliche Darstellung in sich birgt.

In der Familie der *Taxaceae*[1] kommen die Variationen *pyramidalis, pendula, nana, prostrata, glauca, argentea, aurea* und *variegata* vor. Von der meist kultivierten und bestbekannten Art, *Taxus baccata,* sind auch die meisten Varia-

[1] Vergl. hiezu Tabelle 5, p. 1949.

tionen bekannt. Dieses Verhalten wird bei allen übrigen Arten beobachtet, was ohneweiters verständlich ist.[1] In der Familie der *Aracauriaceae* sind bis jetzt nur v. *glauca* und *variegata* bekannt. Die den Taxaceen nahestehenden *Taxodicae* haben fast dieselben Variationen wie diese: *pyramidalis, pendula, nana, glauca, aurea, variegata* und *squarrosa.* Die Jugendform v. *squarrosa* ist beschränkt auf die Gattung *Cryptomeria* und findet sich wieder in der Familie der *Cupressaceae.*

In der Familie der *Abietineae* kommen zu den bei den *Taxaceae* und *Taxodieae* bekannten Variationen *pyramidalis, pendula, nana, prostrata, glauca, argentea, aurea, variegata* noch v. *virgata, nudicaulis* hinzu. Jugendformen fehlen (vielleicht bei *Pinus* vorkommend?). Die Variationen *nudicaulis* und *virgata* sind auf die *Abietineae* beschränkt und finden sich in keiner anderen Familie der Koniferen. Je mehr eine Art kultiviert ist, desto mehr Variationen sind bekannt; aber es ist auffallend, daß nur die genannten auftreten oder Kombinationen zwischen diesen und sonst keine. Charakteristisch ist auch, daß gewisse Variationen nur auf bestimmte Arten beschränkt erscheinen und selbst bei gut bekannten Arten nicht vorkommen, z. B. v. *nudicaulis* bei *Abies, Picea* und *Pseudotsuga,* fehlt aber bei den ebenso gut bekannten Gattungen *Larix* und *Pinus.* Gewisse Variationen fehlen den *Abietineae,* wie v. *filiformis, intertexta, crispa, squarrosa,* die für die *Cupressaceae* eigentümlich sind.

In der Familie der *Cupressaceae* sind die Variationen *pyramidalis, pendula, nana, prostrata, glauca, argentea, aurea, variegata,* ferner *filiformis, intertexta, crispa* und *squarrosa* verbreitet, während v. *nudicaulis* und *virgata* fehlen. In der Unterfamilie *Junipereae* sind die v. *intertexta* und *crispa* nicht bekannt.

Wenn wir die Variationen der vegetativen Teile der Koniferen mit denen der dikotylen Bäume vergleichen, so finden wir, daß die Variationen *pyramidalis, pendula, nana* und *variegata,* die bei den Koniferen am verbreitetsten und fast allen Familien gemeinsam sind, bei den dikotylen Bäumen

[1] Vergl. hiezu Tabelle 1, p. 1947.

ebenfalls häufig vorkommen; sie sind aber morphologisch verschieden.

Auch die v. *glauca* findet sich wieder bei den *Salicaceae* und *Betulaceae*. Die Variationen *pyramidalis, pendula, nana, variegata* treten auf bei den *Salicaceae, Betulaceae, Fagaceae, Juglandaceae*. Knorrenform und v. *lacianata*, die bei den dikotylen Bäumen auftreten, fehlen den Koniferen.

Fluktuierende Variationen sind bei allen Organen vorhanden und lassen sich teilweise durch Maß und Gewicht ausdrücken und übersichtlich durch die bekannten Variationskurven darstellen. Es wurde schon früher hervorgehoben, daß die Längen- oder Breitenmaße der Zapfen, Samen und Samenflügel von *Pinus silvestris, austriaca, montana, uliginosa* in Beziehung zu ihrem Vorkommen, in ein Koordinatensystem eingetragen, ähnliche eingipflige Kurven ergeben. Es ist bezeichnend, daß die Zapfenschuppen bei den vier erwähnten Föhren der Sektion *Pinaster* dieselben Variationen, *gibba, reflexa, plana*, aufweisen und es liegt die Vermutung nahe, daß auch die übrigen Arten der Sektion in denselben Richtungen abändern.

Gleiche oder parallele fluktuierende Variationen finden sich bei Organen von ähnlicher Beschaffenheit und Gestalt.

Die Variabilität ist eine Eigenschaft der Organismen wie die Wachstums- und die Fortpflanzungsfähigkeit. Wie diese bei ähnlichen Arten, Gattungen und Familien ähnlich sind, so auch die Variabilität. Sie erscheint hiemit als eine den Organismen innewohnende Fähigkeit, die ebenso nach den Arten, Gattungen und Familien verschieden ist, wie diese nach den morphologischen Merkmalen. Bei zwei sehr ähnlichen Arten sind nicht nur die gleichen Organe variabel, sondern auch die Variationen erfolgen nach parallelen oder gleichen Richtungen. Je ähnlicher die Arten, Gattungen und Familien, desto ähnlicher die Variationen. Sie ändern nach denselben Richtungen ab. Dieses Verhalten weist darauf hin, daß die Beschaffenheit des Organismus der wichtigste Faktor bei Abänderungen ist, wofür auch der Umstand spricht, daß ähnliche Variationen bei einer und der-

selben Spezies unter verschiedenen Lebensbedingungen und verschiedene Variationen unter augenscheinlich denselben äußeren Bedingungen auftreten. Diese Tatsachen veranlaßten Darwin, weniger Gewicht auf den direkten und bestimmten Einfluß der Lebensbedingungen zu legen, als auf eine Neigung zum Abändern, welche von unbekannten Faktoren abhängt, wie überhaupt bei Darwin die Natur des Organismus bei Abänderungen der weitaus wichtigste Faktor ist.

Die hier dargelegten Anschauungen über das Vorhandensein von Variationsrichtungen sind nicht neu, sondern sie sind in der Literatur, soweit ich sehen kann, öfters erwähnt[1] (parallele oder analoge Variationen). Wenn z. B. Kraepelin K. (Revision der Skorpione, Jahrbuch der hamburg. wissenschaftl. Anstalten, VIII, 1891, p. 31) sagt: »Immerhin habe ich mich auch bei weniger reichem Material überzeugen können, daß die im obigen geschilderte Variabilität gewisser Charaktermerkmale ein typischer Zug für alle Skorpionengruppen ist«, so ist damit auch nichts anderes gemeint, als der Ausdruck Variationsrichtung enthält. Die Skorpione variieren in Bezug auf gewisse Organe und bei allen Arten in bestimmter Weise. Ähnliche Gedanken finden sich auch in anderen Monographien. Ein Ausdruck der Erkenntnis der Tatsache ist übrigens auch die gleiche Benennung gleicher Variationen von Seite der Gärtner.

Nach H. de Vries[2] ist bei den Variationen auffallend das fast allgemeine Vorkommen derselben Art des Variierens in ausgedehnten Reihen von Arten. An einer anderen Stelle[3] schreibt er: »Suchen wir in irgend einer Flora diese abgeleiteten Varietäten zusammen, so fällt sofort auf, daß dieselbe Abweichung in den verschiedensten Familien, Gattungen und Arten wiederkehrt. Überall bilden die Varietäten Reihen von parallelen Formen.«[4]

---

1 Vergl. Darwin Ch., Var. II, und Platte L., Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung.

2 Arten und Varietäten, deutsch von H. Klebhahn, p. 75.

3 Mutationstheorie, p. 454.

4 Es scheint, daß manche Variationen, wie Pyramidenform, Buntblätterigkeit, in einer großen Reihe verschiedener Familien vorkommen, während andere wieder nur auf wenige Gattungen und Arten beschränkt sind.

Es ist seit langem bekannt, daß weißblütige Variationen von blauen, roten und gelben Blumenblättern bei verschiedenen Familien auftreten, daß v. *glabrata* und v. *hirsuta* unbehaarte Blätter und Stengel oder behaarte bei den Dikotylen allgemein verbreitet sind wie v. *glauca* oder *pyramidalis* bei den Koniferen. Daß fiederteilige Blätter von verschiedenen Gattungen in die v. *monophylla (Fragaria vesca, Robinia Pseudacacia, Fraxinus Ornus, Melilotus coerulea, Juglans regia)* abändern, ist eigentlich ebensowenig befremdend wie das Auftreten fiederteiliger Blätter bei Gattungen verschiedener Familien. Ähnlichkeit der Gestalt der Organe läßt in vielen Fällen auf Ähnlichkeit der Variationen schließen. Von diesem Standpunkt ist eine übersichtliche Zusammenstellung der Variationen der verschiedenen Organismengruppen von Interesse und großem Werte für das Verständnis der Variabilität. Weiters sagt H. de Vries:[1] »Es geschieht nicht durch den Zufall allein, daß die Variationen sich in den erforderlichen Richtungen bewegen. Sie bewegen sich in Wirklichkeit gemäß Darwin's Anschauung in allen Richtungen oder wenigstens in vielen. Was Darwin mit dem Ausdrucke Zufall meint, sagt er einmal ganz ausdrücklich in folgender Stelle:[2] »Ich habe bisher von den Abänderungen zuweilen so gesprochen, als ob dieselben vom Zufall abhängig wären. Dies ist natürlich eine ganz inkorrekte Ausdrucksweise; sie dient aber dazu, unsere gänzliche Unwissenheit über die Ursache jeder besonderen Abweichung zu beurkunden.«

Es scheint manchmal, daß die Ausdrücke »Richtungslosigkeit der Variationen« oder »die Variabilität ist unbegrenzt« eher sagen wollen, daß die Variationen sehr zahlreich und schwer für den Beobachter zu überschauen sind. Ebenso sind auch die Arten ohne Gattungs- und Familienbegriffe, die übersichtlich und ökonomisch zugleich sind, nicht zu überschauen. Vielleicht erhalten wir durch eine übersichtliche Zusammenstellung der Variationen nicht nur eine leicht faßliche Darstellung, sondern auch einen Einblick in die Variabilität. Die

---

[1] Arten und Varietäten, p. 350.

[2] Entstehung der Arten, deutsch von Carus, 1899, p. 153.

Tatsachen von einer anderen Seite anzusehen, läßt von vornherein auf neue Einblicke schließen.

Ich habe mich hier auf die Koniferen beschränkt, aber ich möchte nur erwähnen, daß ich mich bei einer Reihe von Organismengruppen im Pflanzen- und Tierreiche vom Vorhandensein von Variationsrichtungen oder parallelen Variationen überzeugen konnte. **Variabilität ist bei allen Organismen vorhanden und geht bei vielen nach bestimmten Richtungen.**

LE Je '09

Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden **vier** gesonderten **Abteilungen,** welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Kristallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie, Erdbeben und Reisen.

Abteilung II a. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung II b. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Alfred Hölder, k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler (Wien, I., Rothenthurmstraße 13), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben. 14 K — 14 M.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird, wie bisher, acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. 5 K — 5 M.

Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden **vier** gesonderten **Abteilungen**, welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Kristallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie, Erdbeben und Reisen.

Abteilung II a. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung II b. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Alfred Hölder, k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler (Wien, I., Rothenthurmstraße 13), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben. 14 K — 14 M.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird, wie bisher, acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. 5 K — 5 M.

Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden vier gesonderten **Abteilungen,** welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Kristallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie, Erdbeben und Reisen.

Abteilung II a. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung II b. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Alfred Hölder, k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler (Wien, I., Rothenthurmstraße 13), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben. 14 K — 14 M.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird, wie bisher, acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. 5 K — 5 M.

Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden **vier** gesonderten **Abteilungen,** welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Kristallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie, Erdbeben und Reisen.

Abteilung II a. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung II b. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Alfred Hölder, k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler (Wien, I., Rothenthurmstraße 13), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben. 14 K — 14 M.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird, wie bisher, acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. 5 K — 5 M.

Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden vier gesonderten **Abteilungen,** welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Kristallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie, Erdbeben und Reisen.

Abteilung II a. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung II b. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Alfred Hölder, k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler (Wien, I., Rothenthurmstraße 13), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben. 14 K — 14 M.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird, wie bisher, acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. 5 K — 5 M.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01303 7825